Elektronica en Telecommunicatie 3

Gemeenschappelijke publikatie van de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.

Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

Vijftigjarig jubileum NERG (II)

In aflevering 2 van Elektronica en Telecommunicatie van deze jaargang ('De Ingenieur' nr. 6) werd aandacht besteed aan de achter ons liggende 50 jaren op het gebied van de elektronica en radiotechniek.

In aflevering 3, die thans voor ons ligt, wordt de aandacht gericht op de moderne ontwikkelingen en op de mogelijkheden, die in de naaste toekomst realiteit kunnen worden.

Na de rede van dr. ir. K. Teer worden de beide voordrachten afgedrukt, die in het verdere deel van de jubileumdag van het NERG zijn gehouden. Deze voordrachten, handelend over de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van beeldcommunicatie, volgden op de uitreiking van de dr. ir. C. J. de Groot-plaquette aan dr. J. Haantjes, waarvan men in dit nummer eveneens een verslag zal aantreffen.

De redactie.

608:621.37

Elektronisch perspectief

door dr. ir. K. Teer, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven

Synopsis: *Future developments in electronics.*
In this lecture we try to make some relevant remarks about the future of electronics. In order to avoid the crystal ball approach leading to already well-known prophecies and in order to avoid the analytical approach, being too much of a specialism, a third alternative has been chosen. We searched for significant trends in electronics which will have in our opinion a major impact for the coming decades. Three of those tendencies are discussed:
- a growing influence of modern technological means and processes;
- a growing integration of electronic disciplines formerly treated as separate fields;
- a growing complexity in which innovations in electronics will take place due to a growing interaction with social facilities.

Future electronics will be on the level of a higher order, function formulation and design will rely heavily on mathematical and physico-chemical possibilities, will show a synthesis of traditional electronic methodologies and will be in intense discussion with a variety of social categories.



Inleiding

Succesvolle, den volke alom bekende romanschrijvers worden naar mijn indruk zeldzaam, maar de ouderen onder ons herinneren zich nog hoe er na een geslaagd werk, of dat nu 'Merijntje Gijzen' heette of 'Adriaan en Olivier' of 'Dik Trom', alras een vervolg verscheen in termen van 'Hoe het Merijntje Gijzen verder ging' of 'Adriaan en Olivier, tweede deel' of 'De Zoon van Dik Trom'.

Nu prof. Tellegen een succesvol werk van velen, *de radio en elektronica*, heeft beschreven – en daarbij naar mijn gevoel zijn eigen glansrol wel wat heeft gemaskeerd – voel ik mij een beetje als degene, die iets moet vertellen over het komende tweede deel: hoe het de elektronica verder verging, of liever: *hoe het met de elektronica verder zal gaan.*

Voordrachten, gehouden op 1 oktober 1970 te Eindhoven tijdens een bijeenkomst ter gelegenheid van het 50-jarig jubileum van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.

Er hoeft geen twijfel over te bestaan of een dergelijk tweede deel zal verschijnen; het is bepaald niet zo dat de auteurs zullen aarzelen en zich zullen afvragen of zij het succes van het eerste deel wel kunnen evenaren. Integendeel, er is al veel in portefeuille en er ligt zelfs al veel op de persen dat spectaculaire verwachtingen rechtvaardigt.

Voor dat tweede deel, dat in de loop van de komende decennia geleidelijk zal verschijnen, wil ik dan een voorwoord uitspreken. Of misschien kan ik beter zeggen: de flaptekst samenstellen, want zoals U weet loopt die tekst – door de enthousiaste boekverkoper geschreven – altijd wat meer op de gebeurtenissen vooruit dan de gedegen uitspraken van de bevriende autoriteit die het voorwoord pleegt te schrijven.

Daarmee ben ik dan direct gekomen in de sfeer van de voorspelling, de futurologie, de profetie, de forecasting, kortom bij 'het koffiedik' dat zich de laatste jaren in een sterke belangstelling mag verheugen.

Men kan zich daarbij op twee manieren opstellen om hetgeen wat komen gaat te beschouwen. In de eerste plaats kan men in één klap een visionair beeld oproepen van alle verworvenheden die ons te zijner tijd zullen omringen en deze in extenso beschrijven. In de tweede plaats kan men een logische analyse op de ontwikkelingsgang betrekken en daarmee min of meer mathematisch afleiden wat ons te wachten staat.

De eerstgenoemde aanpak heeft het nadeel dat men er al wat op uitgekeken raakt. Niemand gaat vandaag aan de dag nog heel erg rechtop zitten vanwege welk technisch wonder dan ook, of het nu een man op de maan betreft, een computer in een lucifersdoosje, of een fabriek met één werknemer die de knoppen bedient.

De tweede methode eist een duchtige behandeling met behulp van statistieken, matrixbewerking, groeicurven en boomstructuren, wat toch misschien iets te specialistisch is voor een dag als vandaag en hetgeen spreker bovendien niet tot zijn bedrevenheden rekent.

Ik heb daarom een derde weg moeten bewandelen, waarbij ik het odium 'alweer een futuroloog' en 'nog eens het jaar 2000' wil vermijden en mij zal proberen te richten op tendensen die ik meen te ontwaren, groeiverschijnselen in de knop die de ontwikkelingsgang in het vakgebied van de elektronica voor de komende tijd zullen bepalen.

1. Integratie (I)

In de eerste plaats wil ik dan beschouwen de invloed van de moderne technologieën op de elektronica: de moderne fysicochemische procedures waarmee aan het materiaal elektronische verschijnselen in complex verband kunnen worden ontlokt.

We kennen allen de termen *integrated circuit*, *microminiaturisatie*, *large-scale integration*, en weten nu langzamerhand allemaal wel, dat dat leidt tot kleinere, goedkopere, compactere, betrouwbaarder schakelingen. Toch zou ik er nog eens de aandacht op willen vestigen hoe belangrijk en veelomvattend deze ontwikkelingsgang is, om tevens te accentueren dat het niet alleen een kwestie is van kleiner en goedkoper, maar – mogelijk nog essentiëler – ook een zaak van het realiseren van tot nog toe onbekende elektronische functies en van geheel nieuwe oplossingen voor bekende elektronische functies.

Ik wil een en ander graag aan de hand van enige voorbeelden illustreren. In deze voorbeelden gaan wij na hoe elektronici op ons laboratorium in samenwerking met hun fysische en chemische collega's – waarbij ik de namen van *Van Santen* en *Schmitz* wil noemen – de nieuwe technologieën ter hand hebben ge-

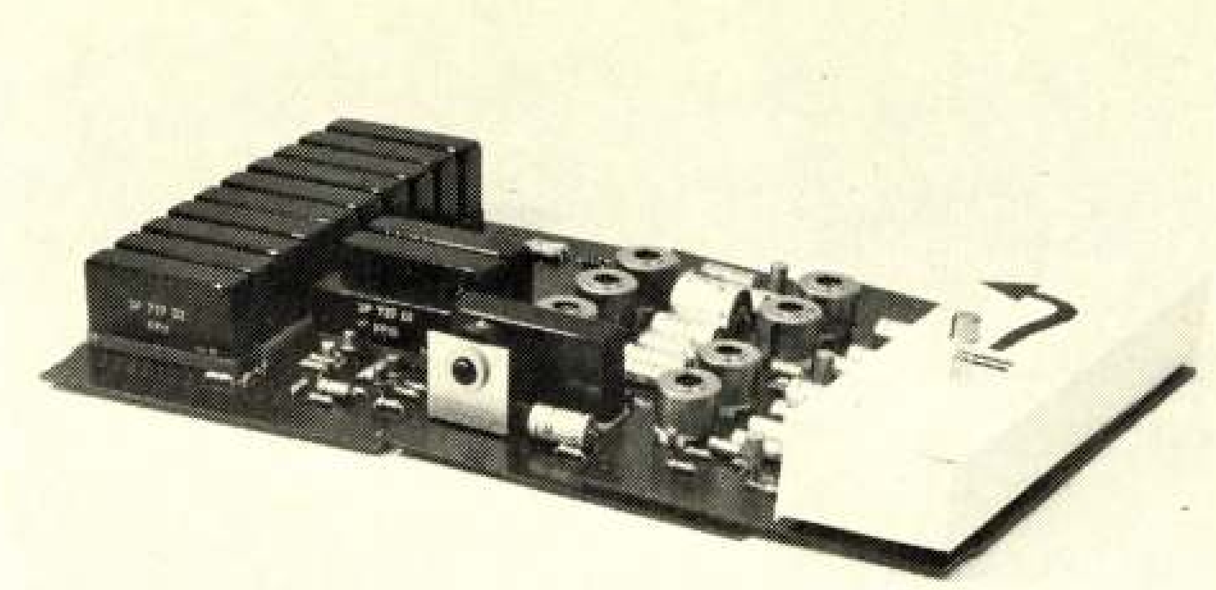


Fig. 1. Een zgn. 'datamodem' – zender en ontvanger voor computersignalen over de telefoonlijn – in klassieke uitvoering.

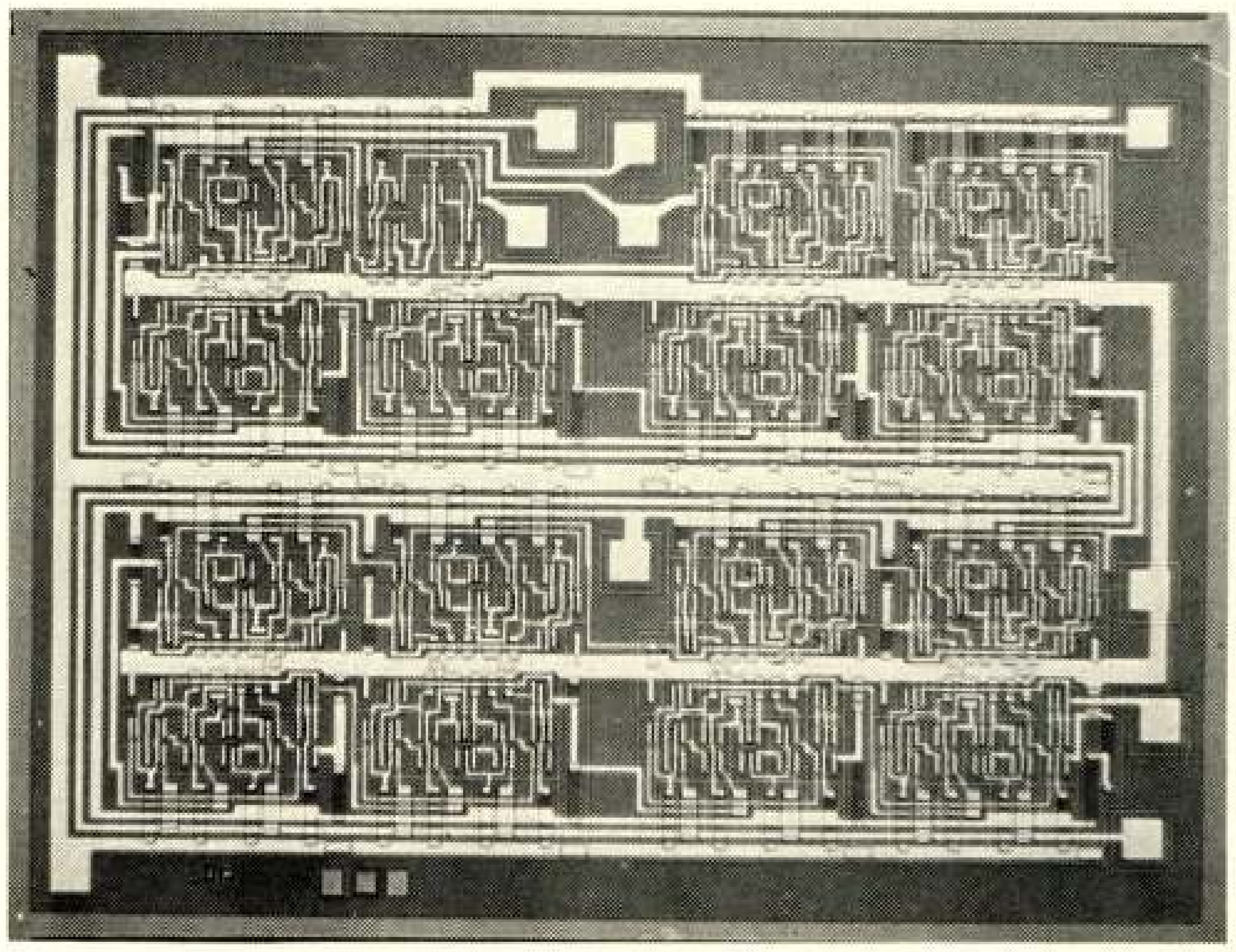


Fig. 2. Een datazender uitgevoerd als geïntegreerd circuit. V = 30x.

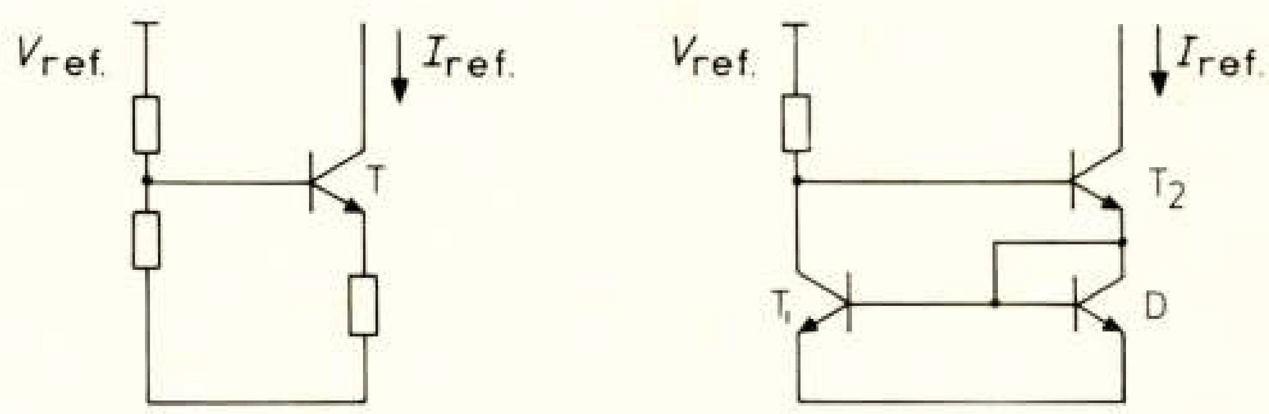


Fig. 3. Een stroombronschakeling voor uitvoering in klassieke transistortechniek (links) en als geïntegreerd circuit (rechts).

nomen om te speuren naar nieuwe elektronische hulpmiddelen. Het zal niet doenlijk zijn deze schakelingen in extenso qua stroom- en spanningsvergelijkingen te behandelen, maar hopelijk wel om een indruk te geven van nieuwe raffinement en waaruit dit kwalitatief bestaat.

Als algemene introductie allereerst in fig. 1 een beeld van

conventionele apparatuur voor het zenden van computersignalen over de telefoonlijn. Een apparatuur waarin dus de bewerking van het signaal naar codering, naar kloksynchronisatie en naar lineaire voorbehandeling ter aanpassing aan de eigenaardigheden van de kabelkarakteristiek is ondergebracht.

In fig. 2 is te zien wat daarvan overgebleven is na nieuwe technologische behandeling, zoals door *Dijkmans* en *Van Gerwen* toegepast: een geïntegreerd circuit, ofwel zoals het spraakgebruik wil: een 'I.C.' Het aantal elementen is er niet kleiner op geworden; er bevinden zich rond 170 weerstanden en 200 transistoren in, alles echter ondergebracht op een siliciumoppervlak van slechts 2,7 bij 2,1 mm [1].

De verschilversterker

Bij een wat dieper ingaan op de circuittechniek volgt (zie fig. 3) een basisschakeling uit de instrumentele elektronica: in de linkerhelft der figuur een stroombron zoals die in de *conventionele* transistortechniek wordt gerealiseerd, en rechts de opbouw zoals die in een *geïntegreerd circuit* wordt toegepast. Relevant hierbij is in de eerste plaats, dat de elementen onderling een grote graad van gelijkheid kunnen hebben zoals de transistoren T_1, T_2 en D. In de tweede plaats dat weerstanden worden vervangen door actieve elementen, omdat de foutkans evenredig is met het in beslag genomen siliciumoppervlak en een weerstand een groter oppervlak inneemt dan een actief element dat dezelfde weerstandswaarde vertegenwoordigt.

Gelijkheid van T_1 en D levert gelijke emitter- en basisstromen op (i_e en i_b). De basisstroom i_b voor T_1 wordt – evenals de basis- en collectorstroom voor D – geleverd door T_2. Dit houdt in dat T_2 qua emitterstroom een instelling heeft die juist ten bedrage van i_b hoger is dan de instelling van T_1 en D. In eerste benadering zal dan de collectorstroom van T_2 gelijk zijn aan de emitterstromen i_e van T_1 en D. Voorts geldt dat $V_{ref.}$ de basisstroom voor T_2 plus de collectorstroom voor T_1 moet leveren en dus ook weer gelijk is aan i_e. Hieruit volgt dus in eerste benadering dat de stroom die $V_{ref.}$ levert, $I_{ref.}$ en de emitterstromen van T_1 en D onderling gelijk zijn. Redenen waarom men deze schakeling ook wel een 'stroomspiegel' noemt. Voorts valt voor de insider nog op te merken dat T_2 in cascade geschakeld is met T_1 en D.

Vervolgens een schakeling waarbij een verschilversterker met enkelzijdige uitgang aan de orde is. Fig. 4 toont een klassieke oplossing en fig. 5 de I.C.-oplossing van *Van de Plassche* [2]. Het vergt even aandacht, maar wel is dadelijk te zien dat de weerstanden weer vervangen zijn door transistoren, en verder dat er eigenlijk twee van de in fig. 3 getoonde stroombronnen op de kop zijn geplaatst in de collectorleidingen van de twee transistoren T_1 en T_2 van de verschiltrap. Zij zijn ook nog gekoppeld via de doorverbinding T_4 en T_5. De stroomgelijkheid door alle takken blijft nog steeds gelden, maar door de koppeling kan er wel een signaalstroom lopen die optelt in de ene tak en aftrekt in de andere tak: een kleine signaalstroom i in de collectorleidingen van T_1 en T_2 en in basisleidingen van T_7 en T_8, alsmede een grote signaalstroom βi door de collectorleidingen van T_7 en T_8. Deze laatste stroom wordt afgevoerd via een koppel T_9, T_{10}, waarvoor weer een onderling gelijke situatie is afgedwongen, zodat er niets anders op zit dan de dubbele stroom $2\beta i$ via de uitgang af te leveren.

Ik ben mij ervan bewust dat het allemaal wat summier gaat, maar ik hoop te hebben overgebracht dat het meer om stroomsturen gaat dan om spanning-sturen en dat weerstanden zijn verdwenen. Fig. 6 geeft voorts een volledige verschilversterker weer met een imposante boomstructuur aan transistoren.

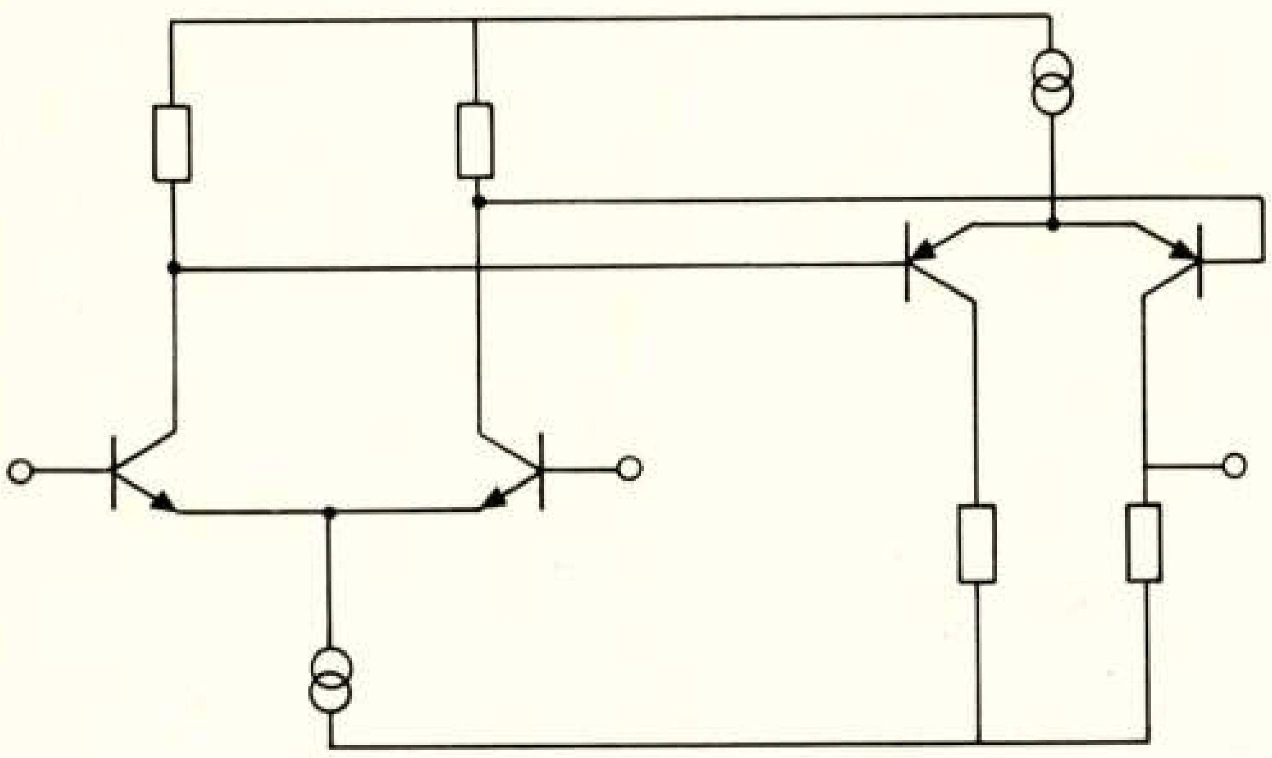


Fig. 4. Verschilversterkertrap in klassieke uitvoering.

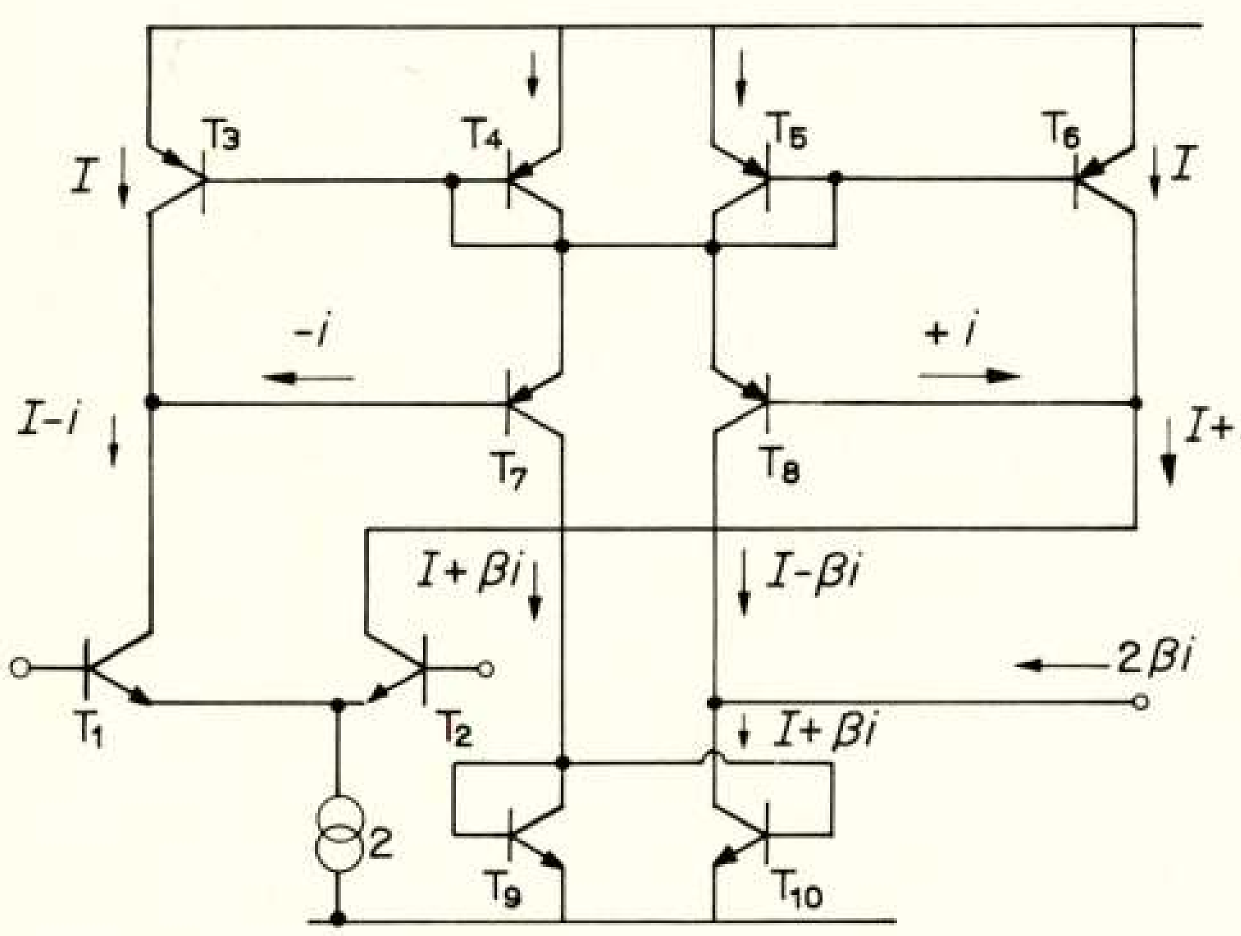


Fig. 5. Verschilversterkertrap voor uitvoering in I.C.-techniek.

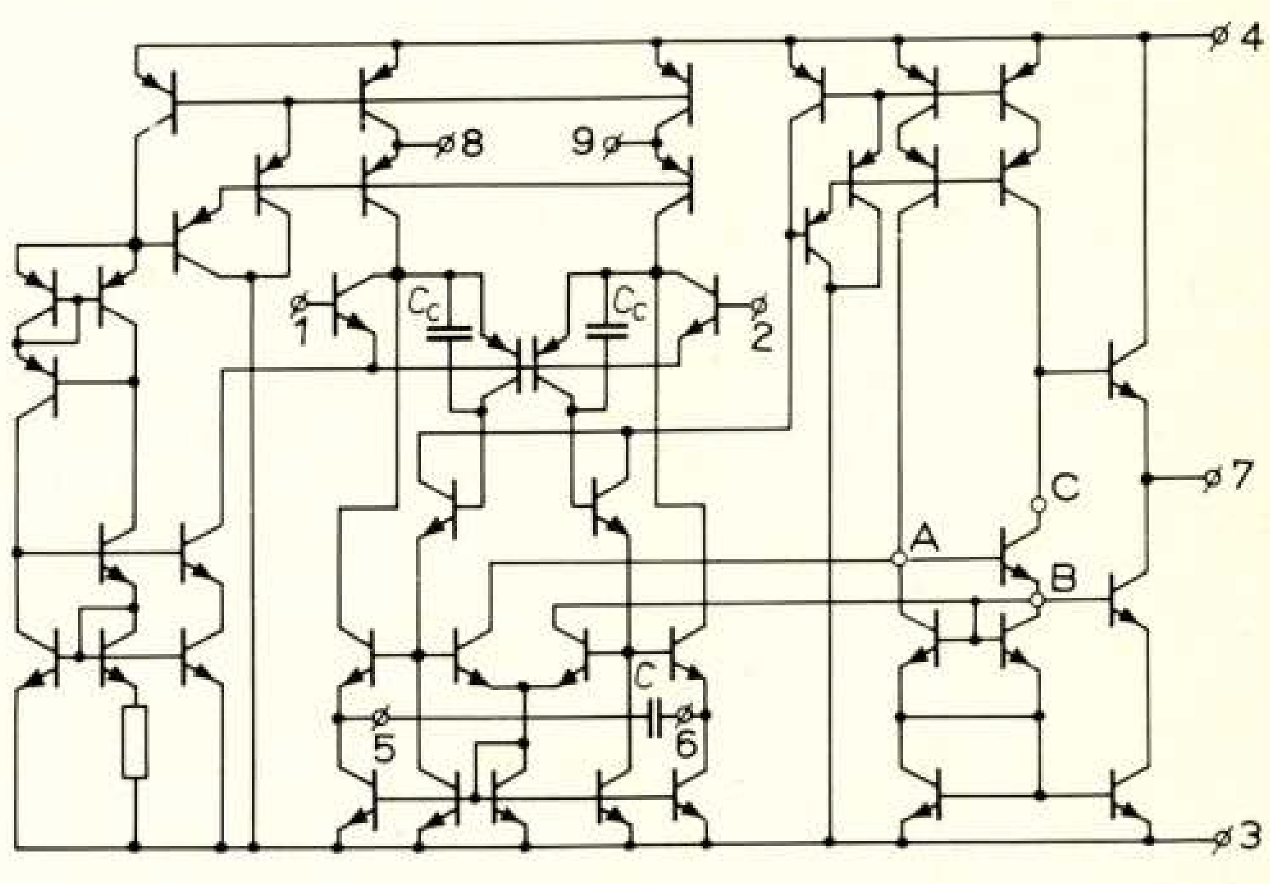


Fig. 6. Complete verschilversterker voor uitvoering in I.C.-techniek.

De gyrator

Het volgende voorbeeld voer ik met genoegen ten tonele omdat het in relatie staat met de vorige spreker, uitvinder van de gyrator [3]. Ik roep even in herinnering terug dat een gyrator een tweepoort is waarvan de uitgangsspanning alleen maar afhangt van de ingangsstroom, en de uitgangsstroom alleen maar van de ingangsspanning. U herinnert zich ook dat deze tweepoort de prettige eigenschap heeft om capaciteiten tot zelfinducties te transformeren en omgekeerd.

Het is tot nu toe in de lage-frequentieregionen niet gelukt om een passieve realisatie van dit netwerkelement te bereiken, maar de I.C.-techniek maakt het mogelijk om dat in de actieve vorm te doen. Een probleem daarbij is, de kwaliteit en de ruisvrijheid voldoend hoog op te voeren.

Hoe het in principe kan toont fig. 7. Natuurlijk is dit een benadering van de gewenste toestand en zullen bij zo'n uitvoering nog parasitaire termen in de vierpoolvergelijkingen optreden. Het is echter *Blom* en *Voorman* met een veel ingewikkelder schakeling gelukt om een zwevende gyrator van hoge kwaliteit te bouwen, die dus gebruikt kan worden om in een filterconcept elk inductief element te vervangen door een capaciteit. Daarbij is het verkregen filterelement wat betreft de kwaliteitsfactor Q beter dan wat met werkelijke inductanties verkregen zou kunnen worden.

Het emmertjesgeheugen

Als volgend voorbeeld een schakeling die bij ons bekend staat als het 'emmertjesgeheugen' [4]. Ook over deze schakeling is op zichzelf een voordracht te houden, maar het wezen van de zaak ligt in het realiseren van een variabele vertragingslijn in de vorm van een analoog schuifregister door middel van het opbergen van signaal'samples' in een reeks van condensatoren.

Aan de ingang wordt het signaal bemonsterd en als lading in de eerste condensator aangebracht. Voordat de volgende bemonstering van het signaal moet plaatsvinden wordt deze lading overgeheveld naar een volgende condensator in de rij, waarna de eerste condensator geladen wordt met de tweede signaalbemonstering. Dit proces zet zich voort, zodat het signaal als een rij van signaalwaarden door een rij van condensatoren schuift.

Sangster op ons laboratorium heeft hiervoor een verrassend eenvoudige schakeling ontworpen, bij uitstek geschikt voor integratie, waarbij men het overhevelingsproces kan bedrijven met één transistor per condensator en waarbij in feite de condensator wordt gerealiseerd door een wat geaccentueerde parasitaire collector-basis capaciteit, zodat eigenlijk alleen een rij van transistoren overblijft.

Uiteraard bepaalt de klokfrequentie van dit analoge schuifregister de vertragingstijd. Daardoor zijn er mogelijkheden gekomen niet alleen om de vertragingstijd in te stellen en te synchroniseren, maar ook om deze momentaan waar nodig zeer snel te variëren.

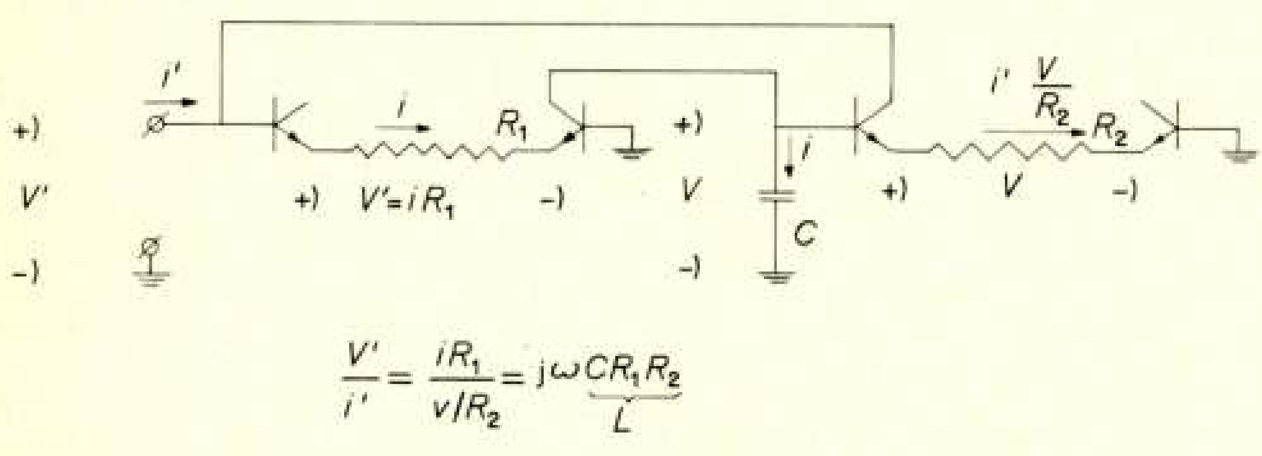


Fig. 7. Principeschakeling voor simulatie van een gyrator.

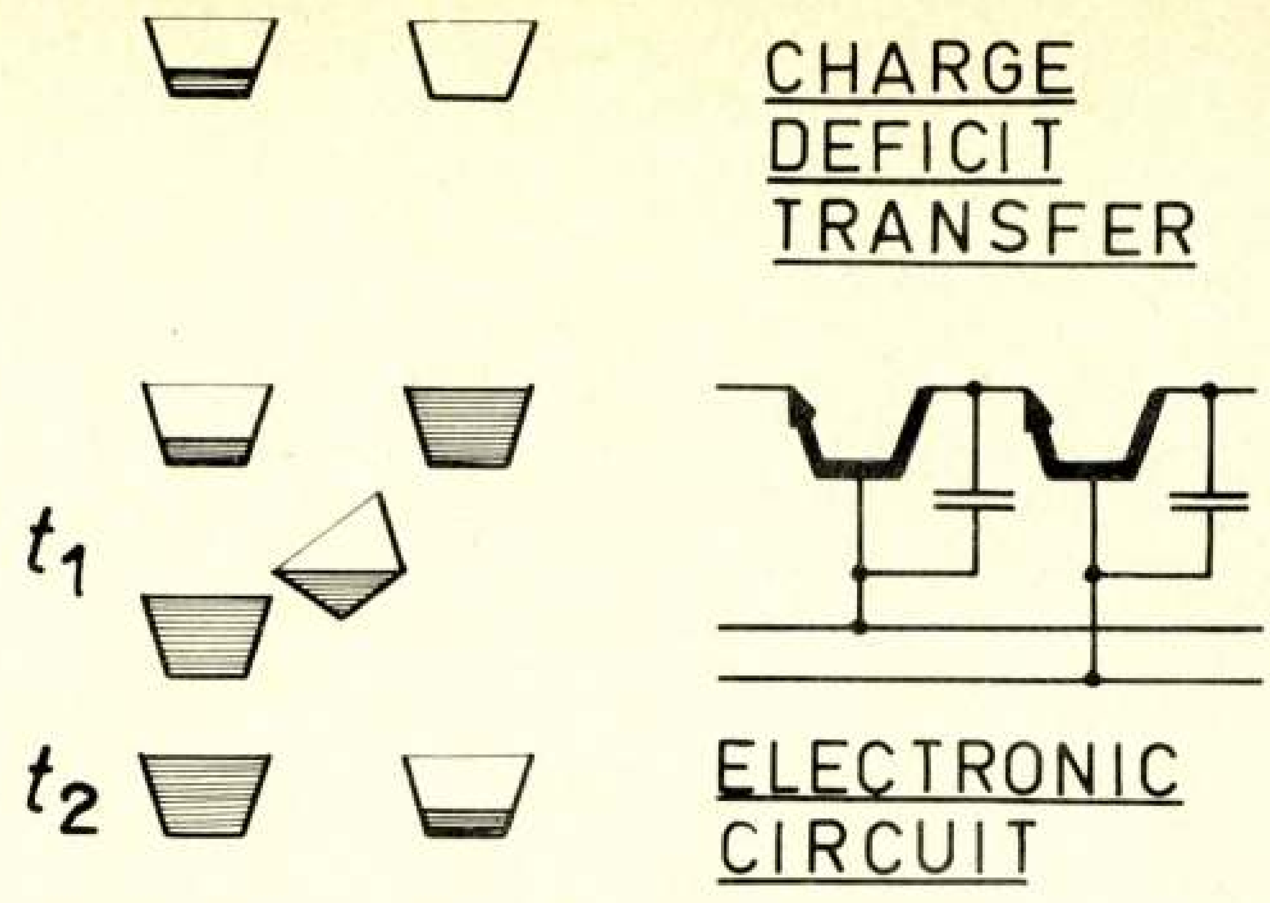


Fig. 8. Principeschema van het emmertjesgeheugen.

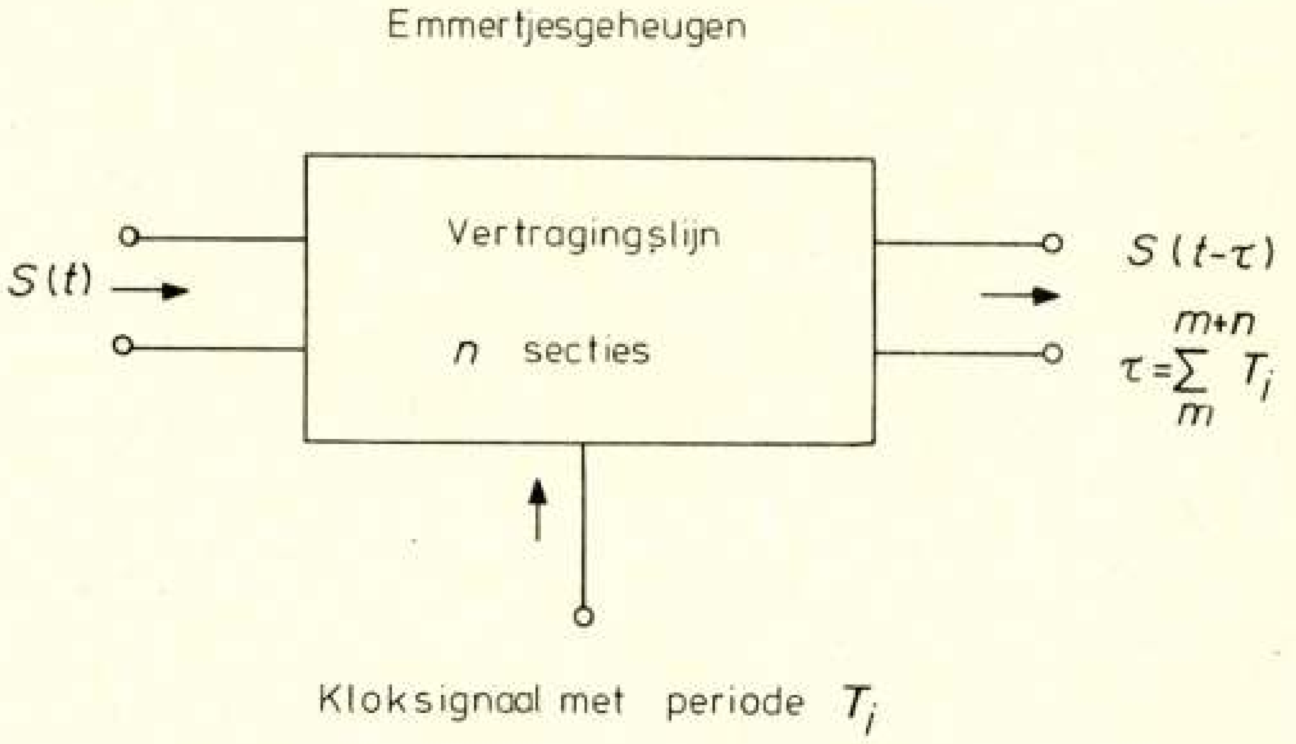


Fig. 9. Aanduiding van de elektronische functie van het emmertjesgeheugen.

In fig. 8 is het principeschema aangegeven waarbij twee condensatoren met transistoren uit de rij zijn gelicht. Ter linkerzijde is de procedure symbolisch aangegeven. Men moet zich voorstellen dat op een gegeven ogenblik t_1 de linker condensator geladen is tot een informatieve spanning E en de rechter tot een standaardwaarde U, welke groter is dan E en symbolisch is aangeduid als een tot de rand gevulde emmer. Wanneer nu de basis van de rechter transistor op een spanningsverschil U gebracht wordt ten opzichte van de basis van de linker transistor (die men voor het gemak op aardpotentiaal kan denken), dan zal in de rechter transistor stroom gaan lopen en wel zo lang tot de top van de linker condensator ook de spanning U heeft aangenomen. Daarmede is dan de linker emmer van een niveau E tot het niveau van volle emmer U gebracht. De daarvoor benodigde lading is nauwelijks onttrokken aan het basiscircuit maar geleverd via de collector, dat wil dus zeggen geput uit de rechter condensator, die derhalve op zijn beurt tot het niveau E gedaald moet zijn (t_2).

Op deze wijze zijn dus de situaties voor de twee emmers verwisseld en dit geldt begrijpelijkerwijze voor de gehele reeks, zodat alle 'even' condensatoren de informatieve inhoud van de 'oneven' condensatoren hebben overgenomen en de informatie één plaats naar rechts is opgeschoven. Bij de volgende klokpuls schuift de informatie andermaal een plaats verder en worden de 'even' condensatoren weer tot standaardspanning geladen.

De tweepoort die nu verkregen is, is in fig. 9 nog eens aangeduid. Men vindt een vertragingstijd tussen in- en uitgaand signaal, een vertragingstijd die echter een functie is van de duur van de klokperioden die verlopen zijn tussen het in- en uitschuiven van een signaal'sample'. Opgemerkt zij, dat deze signaalbewerking voorheen niet bestond – althans niet in aanvaardbare vorm – en dus ook niet eerder op haar toepassingen geanalyseerd kon worden. Wel is er natuurlijk, o.a. in de filtertheorie en de akoestiek, een onderzoek gepleegd naar het toepassen van vertragingen in de signaalbewerking, doch de *variërende* vertraging is maar zeer incidenteel als signaalbewerking bestudeerd en gehanteerd.

Tot welke verbazingwekkende mogelijkheden in miniaturisatie hierbij is gekomen laat fig. 10 zien: er zijn op 4,5 mm^2 72 'emmertjes' aangebracht, inclusief de bemonstering aan de ingang, een uitgangscircuit en een versterkertrap halverwege.

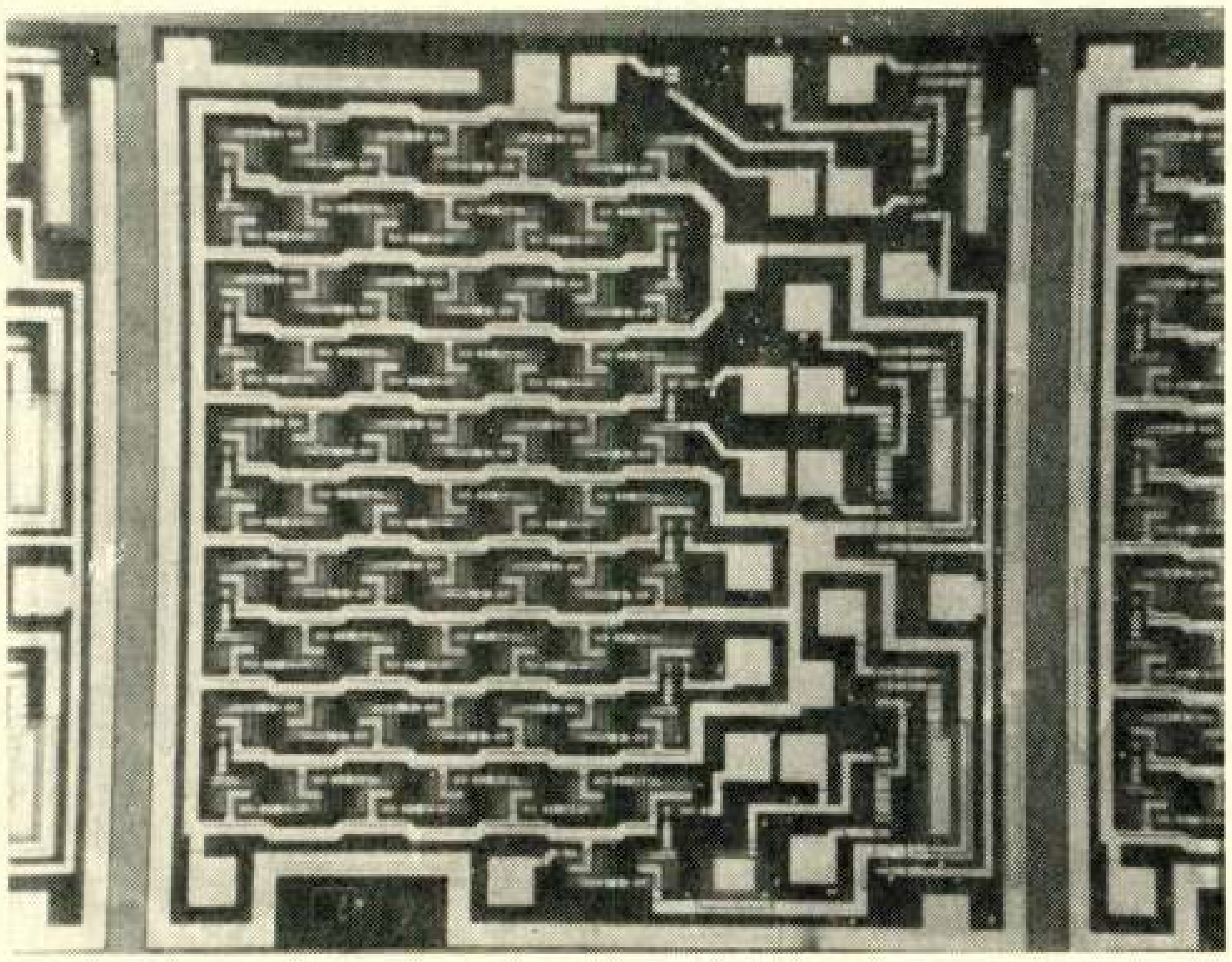


Fig. 10. Emmertjesgeheugen als geïntegreerd circuit.

Het vorenbehandelde geheel van gerealiseerde nieuwe mogelijkheden omvat aldus, kort getypeerd:
- een schakeling waarmee we kunnen versterken met een graad van nauwkeurigheid en een graad van constantheid die voorheen niet mogelijk was;
- een elektronische functie, de gyrator, die voorheen wel bekend, maar niet uitvoerbaar was;
- een elektronische functie van variabele vertraging die daardoor in zekere zin eerst nu pas is ontdekt.

Wat vroeger niet kon, kan nu wel! De uitspraak 'wat vroeger niet kon' is rijk aan schakeringen. Het betekent soms: 'het kon wel, maar het was te duur', soms: 'het kon wel, maar heel even', soms: 'misschien zou het wel gekund hebben maar niemand durfde er aan te beginnen', en soms ook echt: 'het kon niet'.

Het is onze sterke overtuiging dat 'creaties' waarbij de eigenschappen van de nieuwe technologieën essentieel in de circuits tot uitdrukking worden gebracht, nog veel verrassingen zullen opleveren. Daarbij denken we niet alleen aan de tweepoort met een elektronisch ingangs- en uitgangssignaal, maar in hoge mate ook aan die gevallen waarbij andere fysische grootheden als magnetisatie, lichtstroom, of mechanische spanning in de vergelijkingen zullen optreden. Een tweetal voorbeelden moge dit nog illustreren.

Het 'bubble' geheugen

Allereerst het zgn. 'bubble' geheugen dat door specialisten van Bell Laboratories werd uitgewerkt [5] (zie fig. 11). Het berust op het fenomeen dat in monokristallijne dunne plaatjes van bepaalde magnetische materialen, bij een sterk veld loodrecht op het oppervlak gericht, zich kleine ronde gebiedjes kunnen handhaven met tegengestelde magnetisatie, welke gebiedjes met weinig veldenergie kunnen worden verschoven. Hun doorsnede is van de grootte-orde van 10 μm. De schuifsnelheid ligt in grootte-orde van honderden meters per seconde.

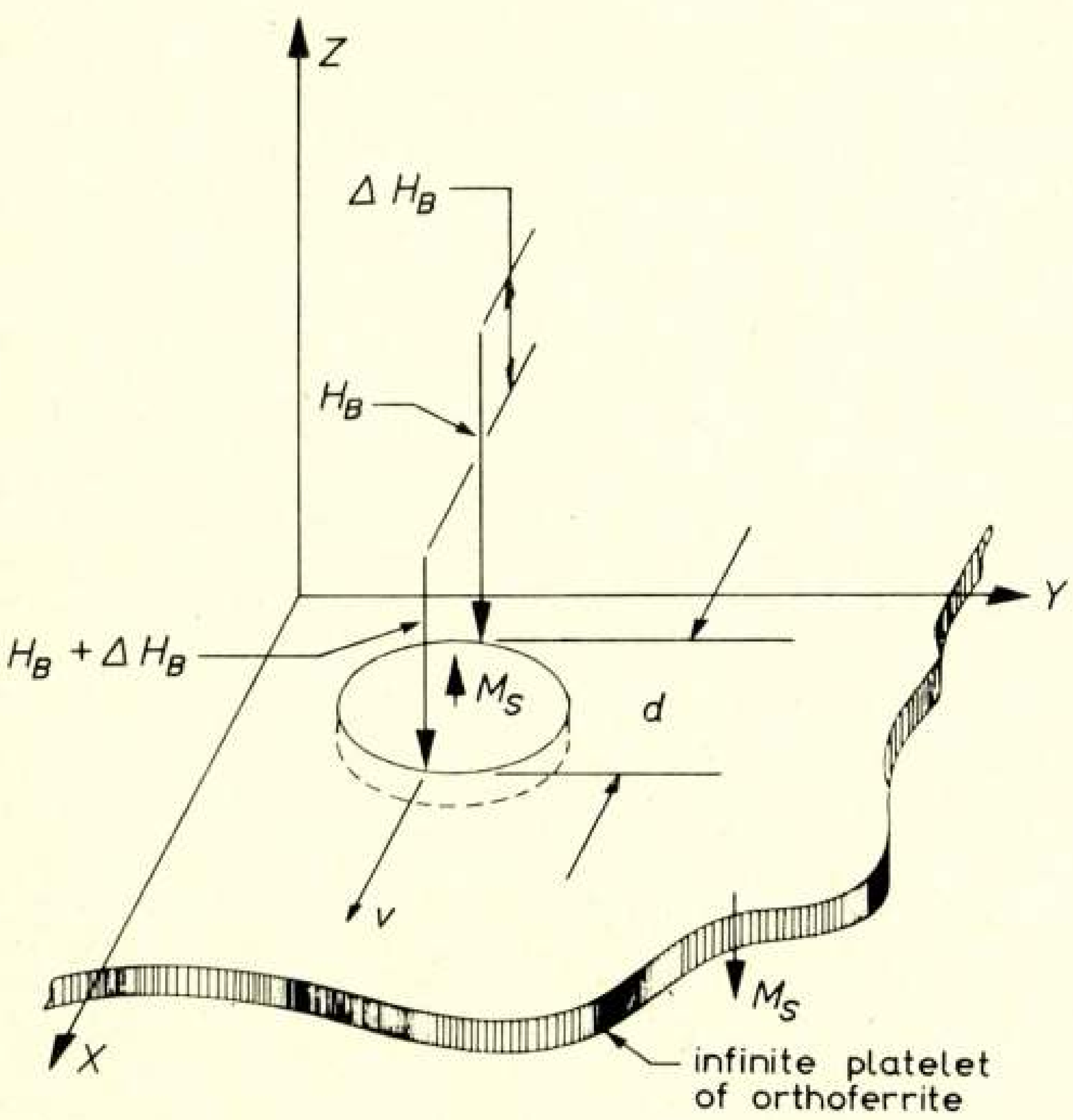


Fig. 11. 'Bubble'-geheugen.

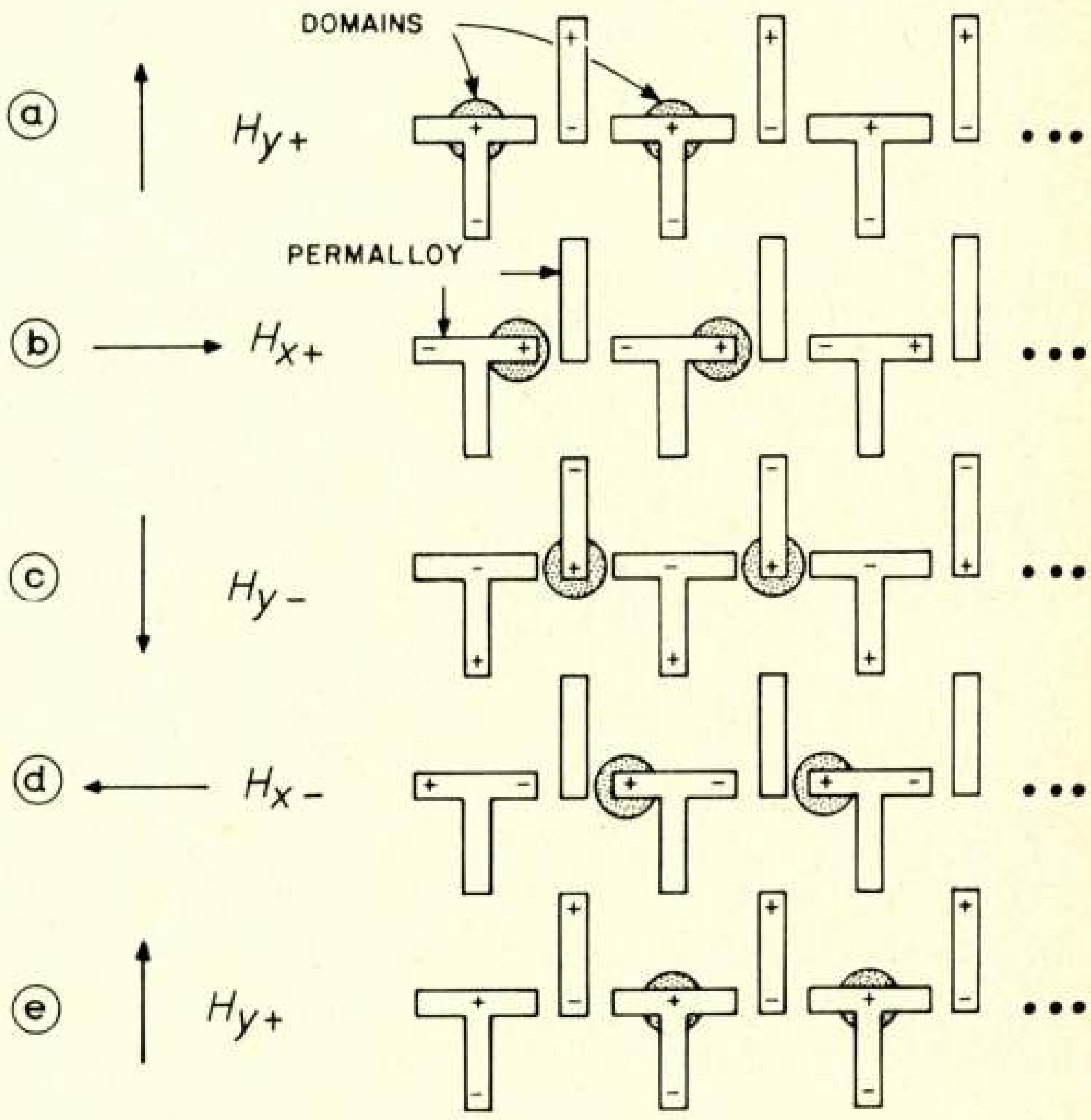


Fig. 12. Voortbeweging van 'bubbles'.

Men heeft dus in principe de beschikking over een variabele structuur van magnetische domeintjes, die kunnen dienen om een informatie op te bergen waarbij de toegankelijkheid door de beweeglijkheid mogelijk wordt gemaakt. Men heeft ook de mogelijkheid informatiestromen met elkaar te laten interfereren, d.w.z. om er binaire bewerkingen, dus 'logica' mee te bedrijven.

Het uitlezen geschiedt met behulp van een magnetisch gevoelig element zoals bijv. een Hall-plaatje. De beweging wordt verkregen door een magnetisch draaiveld in het vlak van het kristalplaatje in interactie met een beleg van permalloy op het plaatje waarvan de functie vergeleken kan worden met die van de polen in een elektrische machine (zie fig. 12). Een alternatieve methode voor het doen verschuiven van de 'bubbles' is gebruik maken van een beleg van stroomdraden die in bepaalde sequentie worden geëxciteerd.

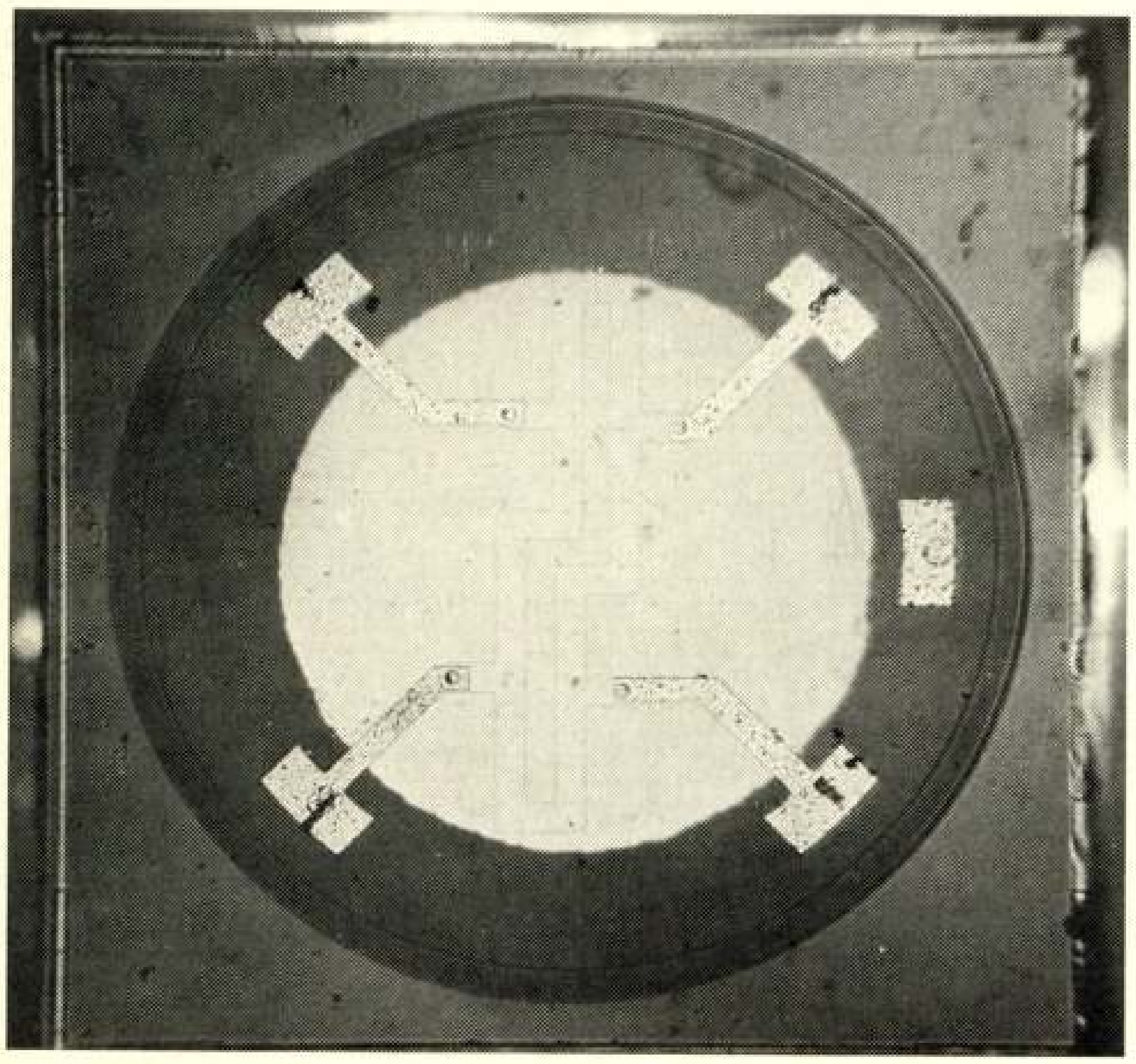


Fig. 13. Strokenpatroon in het vlak van het Si-membraan.

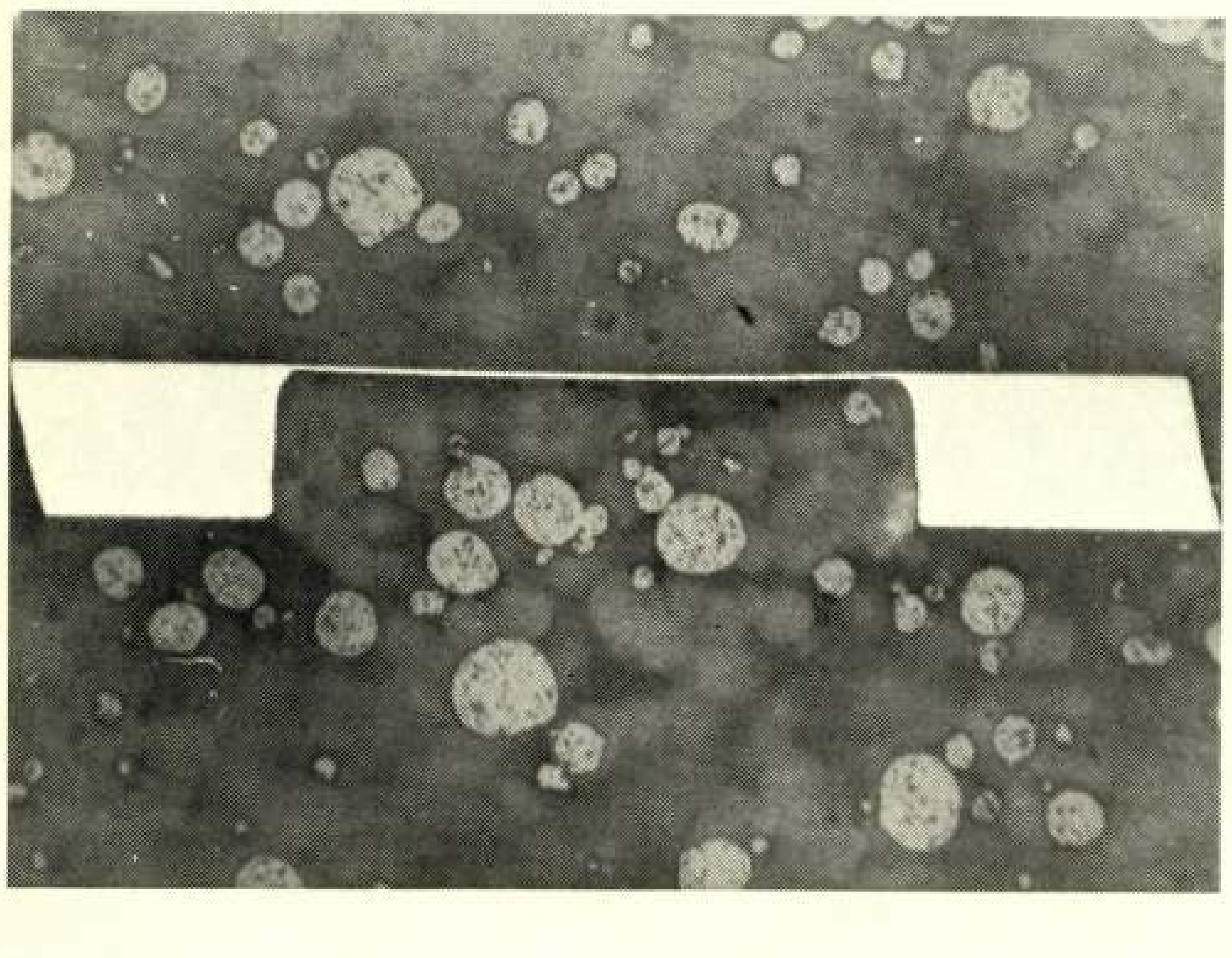


Fig. 14. Dwarsdoorsnede van Si-membraan voor miniatuurdrukmeter.

De bloeddrukmeter

Het tweede voorbeeld van een circuit, waarbij niet alleen de stroom en spanning als grootheden een rol spelen, geeft fig. 13. Hierin is het lichte gedeelte de voorstelling van een dwarsdoorsnede van een Si-membraan dat als één geheel met een opstaande rand is gefabriceerd. De diameter van dit geheel is 1,5 mm, de dikte van het membraan is 15 μm.

Fig. 14 geeft een bovenaanzicht van het membraan, waarin een strokenvormig patroon te herkennen valt. Daar ter plaatse heeft het materiaal door juiste diffusie een mechanische gevoeligheid verkregen. Het patroon werkt als een combinatie van rekstrookjes in een brugschakeling, zodat het geheel kan fungeren als een uiterst kleine drukmeter die in het bijzonder als bloeddrukmeter geschikt is [6]. Dit door *Gieles* op ons laboratorium vervaardigde element is natuurlijk qua materiaal zeer verwant aan een I.C. en roept ook directe speculatie op om aan hetzelfde silicium een verdere verwerking van het verkregen signaal uit te voeren.

Nadat in het voorgaande een grote plaats werd ingeruimd voor de inspiratie die de technologieën de elektronici leveren om de gewenste elektronische verrichtingen *beter*, *anders* of *ondanks alles* te kunnen doen, mogen hierna nog twee andere ontwikkelingen worden gesignaleerd, die naar mijn gevoelen richtingbepalend zijn.

2. Integratie (II)

Het woord integratie was in het voorgaande een veel gebruikte term. Het is in het geheel in het tegenwoordige spraakgebruik een veel voorkomende uitdrukking, soms van politieke, soms van sociale en soms van organisatorische aard. Naar mijn idee kunnen wij deze term ook gebruiken voor hetgeen nu zal worden beschouwd, nl. het nader tot elkaar komen van elektronische technieken die vanouds een wat gescheiden leven hebben geleid.

Wij zijn gewend te spreken van de televisie- en radiotechniek, van de meet- en regeltechniek, van de digitale techniek en van de telefoontechniek. In de toekomstige elektronische voorzieningen die we kunnen verwachten ziet men verschillende gevallen waarbij deze technieken intensief met elkaar samenwerken. Een moderne telefonie-expert bijv. mijmert over het ge-

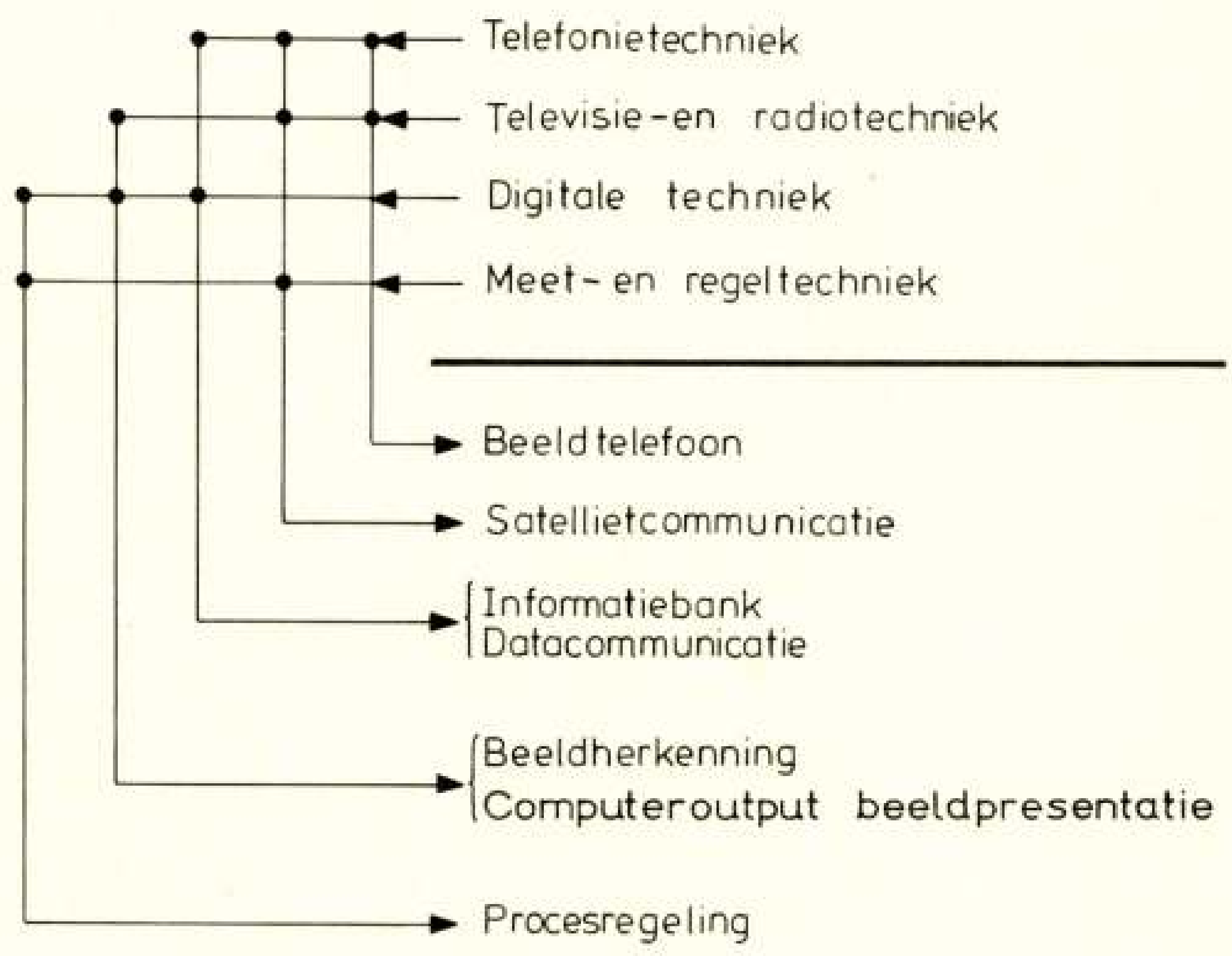


Fig. 15. Combinatie van verschillende elektronische disciplines in nieuwe systemen.

bruik van digitale technieken voor de transmissie en over het meespelen van beeld- en meetgegevens in de informatiestroom.

Men zou kunnen zeggen dat – nu er een arsenaal van op verschillende plaatsen en onder verschillende omstandigheden uitgewerkte methodieken beschikbaar is – er langzamerhand een streven komt om deze in *combinatie* te gaan gebruiken. Ter illustratie en zeker niet als een volledig beeld van deze ontwikkeling staan in fig. 15 een aantal voorbeelden vermeld.

– De combinatie van telefonie- en televisietechniek levert ons de vermaarde beeldtelefoon.

– Pogingen om in visueel materiaal bepaalde entiteiten te herkennen of kwantitatief te bepalen, zoals men dat in de medische techniek graag wil voor röntgenfoto's, in de ruimtevaart voor maanfoto's en in de computertechniek voor karakters, vereist een nauw samengaan van beeldtechniek en digitale techniek.

– Dat de zgn. datatransmissie digitale techniek en telefoontechniek verbindt, is evident.

– Bij de ambitieuze satellietcommunicatie is het een dwingende noodzaak dat een onderlinge sterke afhankelijkheid wordt gewaarborgd in de ontwikkeling van enerzijds de telecommunicatietechniek en anderzijds de meet- en regeltechniek, benodigd om de tussenzender wat plaats en functie betreft, onder controle te houden.

Het is algemeen bekend dat in de procesregeling de computerbewerkingen als regelfunctie een grote plaats zijn gaan innemen naast de vanouds bekende analoge regelprocedures. Hiermede wordt niet voorbijgegaan aan het feit, dat dit proces al langer aan de gang is en niet ter gelegenheid van het jubileum van het NERG per 1-10-1970 van start gaat. Bedoeld is echter tot uitdrukking te brengen dat naar mijn overtuiging in de toekomst dit proces in toenemende mate en in diverse richtingen zal voortschrijden.

In relatie met het programma van deze dag kan de geschetste ontwikkeling nog op andere wijze worden toegelicht door uit te gaan van een bepaalde techniek, namelijk de beeldtechniek. De beeldtechniek, die lange tijd toch voornamelijk de omroepfunctie heeft gediend, ziet men nu diensten verlenen aan een groot aantal zich ontplooiende andere functies (zie tabel 1).

Tabel 1. Verbreiding van de elektronische beeldtechniek.

Beeldtechniek:

- *omroep*functie
- *presentatie*functie bij computers
- *interpretatie*functie bij medische toepassingen
- *registratie*functie bij documentatie
- *communicatie*functie bij beeldtelefoon
- *registratie-* en *presentatie*functie bij educatie

De beeldtelefoon werd al even genoemd, evenals de beeldherkenning van foto's en teksten. Een belangrijk stuk beeldtechniek nestelt zich in de interactie van mens en computer bij de zgn. computer-'display'. Voorts gaat ons aller behoefte uit naar een vereenvoudigd opbergen van documenten, een innovatie om beeldmateriaal via televisieregistratie te kunnen archiveren en terug te vinden. En dan kan men verwachten dat 'ingeblikte kennis' in de vorm van een eenvoudig hanteerbaar pakketje beeld-en-geluid, dat men naar believen kan reproduceren en in zijn eigen tempo kan doornemen, een geweldige rol zal spelen in de educatieve functie.

3. Interactie

Als derde en laatste aspect van de ontwikkelingsgang moge de aandacht worden gevestigd op een tendens, die ik ook al enige malen op andere plaatsen heb besproken: de toenemende interactie van elektronische systemen met maatschappelijke wensen en verlangens.

Men zou het ook zo kunnen stellen dat de elektronicus naast de vriendschap die hij al sinds jaren gesloten heeft met de fysicus, de chemicus, de mechanicus en de mathematicus, zich nu ook wenst te associëren met nog heel andere categorieën, bijv. met de medicus, met de man van het bankwezen, met de bibliothecaris of met de leraar, voor het concipiëren van en het experimenteren met nieuwe systemen. Zijn werk penetreert hoe langer hoe meer in de maatschappij in de vorm van stelsels, die collectieve voorzieningen moeten leveren en die zeer veel overleg zullen kosten vanwege de complexe problematiek en de bonte verscheidenheid van de partijen die essentieel moeten meedoen. Ter illustratie volgen hier een paar systemen welke voor de komende dertig jaar en daarnà worden voorzien en die ontleend zijn aan het befaamde Rand-rapport [7]. Dit betreft dan:

- een informatiecentrale met daaraan aangesloten een verbruikersnet voor bibliotheken, rechtspraak, geneeskunde, politie;
- de automatisering van de medische diagnose;
- computerbestuurde stelsels voor educatie, verkeer, geldverkeer, navigatie, weersbeoordeling c.q. -beïnvloeding, management.

Zij illustreren wel duidelijk hoe de technische vernieuwing zal gaan plaatsvinden in een samenwerkingsverband van toenemende complexiteit, een verband waarbij men mogelijk niet meer van multidisciplinaire maar van *multi-institutionele* samenwerking moet spreken, omdat de innovatie essentieel niet meer binnen één instituut kan plaatsvinden.

Mogelijk rijst de vraag, of het filosoferen over deze grote stelsels nog geplaatst kan worden in het 'elektronisch perspectief'. Kan men hier nog spreken van het perspectief van de elektronica, of is het meer het perspectief van de systeemkunde?

Ik zou dit wèl onder het elektronisch perspectief willen rangschikken, omdat de verbinding tussen de elektronica en de grotere stelsels zo essentieel is. Ik geloof dat het, door de grote beïnvloeding die er van de elektronica uitgaat op de systeemmogelijkheden, noodzakelijk blijft om de keten fysische verschijnselen, elektronica, systemen intact te houden als een, men zou haast zeggen, levend organisme.

Natuurlijk is het niet de bedoeling om over de betekenis van woorden te strijden en als men onder elektronica een omlijnd pakket van studies, kennis en vaardigheden wil verstaan is daar niets tegen. Wat ik echter wil zeggen is dat de inhoud van de n-poort die de elektronicus aflevert aan de gebruiker, de gebruiker wezenlijk moet interesseren, zo goed als de bouwer van de n-poort wezenlijk geïnteresseerd moet zijn in wat men ermee doet.

Deze twee partijen worden dan geflankeerd ter linkerzijde door de leverancier van toegepaste fysische verschijnselen en ter rechterzijde door de gebruiker van de systeemfuncties, in wezen een vertegenwoordiger van de maatschappelijke behoefte (zie fig. 16a). Het in de vier 'kastjes' te verzetten werk zal bij gedeelten en tijdelijk kunnen worden afgezonderd binnen het eigen kastje, maar de verbindingslijnen blijven in wezen van vitaal belang. Er moet, om een voorbeeld te noemen, een intensieve samenspraak zijn tussen de bouwer van educatieve computergeleide systemen en de gemeenschap, om tot uitdrukking te laten brengen wat wij willen met dit technocratische concept. Er moet een intensieve samenspraak zijn tussen de bouwers van

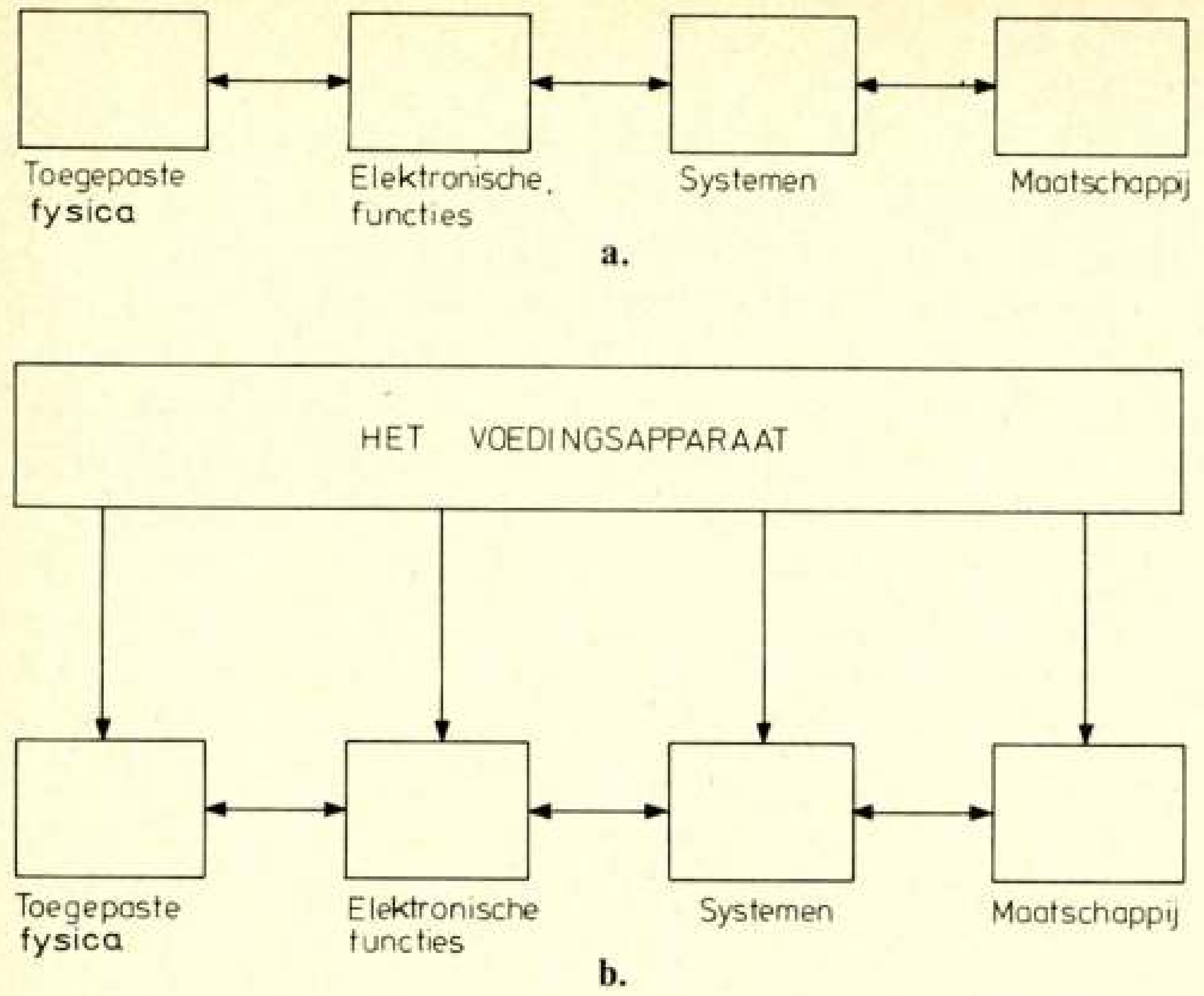


Fig. 16. De elektronica als schakel in de keten.

die educatieve systemen en de elektronicus, om te horen wat de electronicus voor nieuwe soorten van informatie-opslag kan bieden. Er moet een intensieve samenspraak zijn tussen de fysicus en de elektronicus, om te weten welke merkwaardige mogelijkheden er zijn om bijv. een invloed van licht op magnetische eigenschappen te bewerkstelligen en daarmede de hoop te bieden op een traagheidsloze, contactloze en structuurloze toegankelijkheid tot de informatie-opslag.

Er is iets wat nog ontbreekt aan dit mooie beeld. De vier delen zullen toch op een gemeenschappelijke basis moeten staan of op een gemeenschappelijke noemer, of – om het elektronisch te houden – op een gezamenlijk voedingsapparaat moeten zijn aangesloten. In fig. 16b is het beeld pas compleet. In dat vijfde kastje mag van alles worden ingevuld: 'de eeuwige drang tot vernieuwing', of 'de tien geboden' of 'het rode boekje van Mao', maar laten wij voor deze feestelijke gelegenheid zeggen dat het het Nederlands Elektronica- en Radio-Genootschap is, waaraan als gemeenschappelijke bron de inspiratie en de overtuiging wordt ontleend.

Besluit

Kort samengevat is de strekking van het voorgaande in gecomprimeerde vorm als volgt te formuleren:

'Het tweede deel uit de boekenrij der elektronica zal de komende decennia verschijnen en we kondigen nu reeds aan:
- dat het zich op een hoger plan zal bevinden van functiebeschrijving, omdat de bouwelementen méér zijn geworden dan condensatoren, transistoren en spoelen;
- dat het zich op een hoger plan van technologische belangstelling zal bevinden, omdat de soldeerbout ten dele vervangen is door fysisch-chemische bereidingsprocessen;
- dat het zich op een hoger mathematisch niveau zal bevinden door de noodzaak en mogelijkheid de circuits beter te berekenen;
- dat het zich op een hoger plan van samenwerking tussen voorheen ietwat gescheiden elektronische methodieken zal bevinden;
- dat het zich op een hoger plan van maatschappelijke overwegingen zal bevinden;
- dat het weer een boeiend boekwerk zal worden.'

En om te eindigen met de versleten uitdrukking uit de sfeer van flapteksten en recensies: 'Wij hopen en vertrouwen dat dit boek in een behoefte zal voorzien en dat het een werkje zal zijn dat zijn weg wel zal vinden.'

Literatuur

[1] Van Gerwen, P. J.: Het gebruik van digitale schakelingen bij datatransmissie. Philips Technisch Tijdschrift 30-1969, nr. 3, blz. 71 ... 82.
[2] Van de Plassche, R. J.: ISSCC Philadelphia, februari 1971.
[3] Tellegen, B. D. H.: Philips Research Reports 3, 81 ... 101, 1948.
[4] Sangster, F. L. J. and Teer, K.: IEEE Journal of Solid State Circuits, June 1969, p. 3.
[5] Bobeck, A. H.: Application of orthoferrites to domainwall devices. IEEE Transactions on Magnetics, Sept. 1969, Vol. Mag. 5.
[6] Gieles, A. C. M.: Micro-electronics and reliability. 1970, **9**, blz. 79 ... 80.
[7] Gordon, F. J. and Helmer, O.: Report on a long-range forecasting study. Sept. 1964, p. 2982, Rand Corporation, Santa Monica (Cal.).

Uitreiking van de dr. ir. C. J. de Groot-plaquette aan dr. J. Haantjes

Tijdens de ochtendvergadering op 1 oktober 1970 in het Philips Ontspannings Centrum vond de uitreiking plaats van de dr. ir. C. J. de Groot-plaquette aan dr. J. Haantjes, directeur van het Philips Natuurkundig Laboratorium, in het bijzonder belast met de leiding van het onderzoek op het gebied van televisie.

Voor een uitvoerig verslag zie 'Electrotechniek' 48 (1970) nr. 22.

Ir. F. de Fremery, die als voorzitter van de Stichting Dr. Ir. C. J. de Groot Fonds de plaquette uitreikte, sprak tevoren een rede uit, waarin hij de oorsprong, doelstelling en geschiedenis van dit Fonds belichtte. Hij memoreerde, dat het initiatief tot stichting van het Fonds werd genomen in een vergadering van het V.E.H.I. (Verbond van Electrotechnische Handel en Industrie, later overgegaan in de FOEGIN) toen in Nederland het bericht was ontvangen van het overlijden van dr. ir. De Groot,



Tijdens het aperitief; v.l.n.r. prof. dr. ir. Van Staveren, dr. Haantjes, dr. ir. Van Duuren en Mevr. Haantjes.

tijdens de vaart door het Suezkanaal op 1 augustus 1927, onderweg vanuit het toenmalige Nederlandsch-Indië naar een Radioconferentie in Washington.

Sedertdien is de plaquette uitgereikt aan een aantal prominente landgenoten, die belangrijk werk van technische en van organisatorische aard verrichtten op het gebied der elektrotechniek of der telecommunicatie.

De tekst van de considerans werd uitgesproken door prof. dr. ir. J. J. Geluk. Wij laten haar hier volgen:

'De speciale commissie, ingesteld door het 'Dr. Ir. J. C. de Groot Fonds' heeft in haar vergadering op 6 maart jl. unaniem besloten de ereplaquette van voornoemd fonds uit te reiken aan

dr. Johan Haantjes
geboren te Itens op 25 september 1908

en thans beleidvoerend directeur voor kleurentelevisie van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven, zulks op grond van de volgende overwegingen:

Meer dan 30 jaar heeft dr. Haantjes een leidende rol gespeeld in de ontwikkeling van de techniek van de televisie en heeft daarbij vele en rijk geschakeerde onderwerpen voor eigen studie en onderzoek tot zich getrokken.

Publikaties van zijn hand droegen niet alleen het stempel van inventiviteit en technisch kunnen, doch evenzeer van de bescheidenheid die hem sierde. De vermelding van co-auteurs, zo karakteristiek voor Haantjes, betekende tevens zijn visie op het moderne ontwikkelingswerk dat slechts in teamverband tot succes kan voeren.

Niet alleen de fysische techniek, zoals deze tot uiting komt in zijn dissertatie over onderzoekingen betreffende de isotopen van neon en zuurstof in 1936 en later in de magnetische afbuiging, de hoge versnellingsspanning en de beeldfout-analyse van weergaafbuizen, heeft Haantjes beoefend, doch tevens de hiermede verbonden subjectieve en fysiologische aspecten terdege bestudeerd.

De commissie heeft onderkend, dat dr. Haantjes met open vizier en geestelijke mobiliteit de internationale problemen op televisietechnisch gebied heeft benaderd, waardoor zijn inzichten en meningen een gewicht verkregen, dat ver uitging boven de relatieve belangrijkheid van het land en de industrie die hij vertegenwoordigde.

Voor de standaardisatie van televisiesystemen, zowel in zwart-wit als ook later voor kleurentelevisie, heeft Haantjes talloze discussies gevoerd en niet zelden zag men later een experimenteel bewijs van zijn standpunt betreffende het omstreden onderwerp. Ook schroomde hij niet het heden zo gangbare 'alternatief' te propageren en bijvoorbeeld voor kleurentelevisie een geheel nieuw systeem te presenteren naast de ter discussie staande methoden.

De commissie heeft ook overwogen dat dr. Haantjes, zonder daarbij zelf op de voorgrond te willen treden, de produktie van belangrijke apparatuur op televisietechnisch gebied heeft helpen bevorderen; zijn vèr-zien en brede kijk in technische en politieke wendingen heeft versnellend gewerkt op de produktie van bijvoorbeeld Plumbicon-camera's en glasvertragingslijnen, welke zo belangrijk zijn gebleken na de invoering van kleurentelevisie in vele landen. Het was op grond hiervan dat in 1964 hem de Fellow Award van de IEEE werd verleend en in 1965 een 'Citation' van het 4e internationale Televisie Symposium te Montreux.

Tenslotte heeft de commissie een grote analogie gevonden tussen zijn werk en werkomstandigheden en die van de naamdrager van de plaquette; in beide gevallen werd pionierswerk verricht op het gebied van de telecommunicatie en heeft dit geleid tot een grote cultuur- en informatieverbreiding met zeer belangrijke commerciële en maatschappelijke gevolgen. Waar De Groot echter geen gebrek had aan uitzendende bandbreedte, maar moest woekeren met de meest elementaire elektrische en elektronische middelen, zag de Commissie in het werk van Haantjes zich juist het omgekeerde voordoen; een overvloed aan technische mogelijkheden vond haar toepassing geblokkeerd door stringente beperkingen in bandbreedte.

Het is de verdienste van dr. Haantjes, dat hij te midden van talloze beperkende factoren van allerlei aard een soepele weg van voortgang heeft aangegeven, die door scherpe, nuchtere analyse en eerlijk vakmanschap werd bepaald.

Gelet op art. 2 van het Dr. Ir. C. J. de Groot Fonds, waarbij bepaald is dat de onderscheiding verleend wordt aan de Nederlander, die zich bijzondere verdiensten heeft verworven op elektrotechnisch gebied in de ruimste zin van het woord en dat het werk van dr. Haantjes volgens de mening van de Commissie hieraan ruimschoots voldoet, heeft zij eendrachtig besloten deze onderscheiding voor het jaar 1970 aan dr. Johan Haantjes te doen verlenen'.

Na de uitreiking der plaquette bracht dr. Haantjes in zijn dankwoord naar voren, dat hij het voorrecht had, leiding te mogen geven aan een staf van kundige en toegewijde medewerkers. Hij wilde dan ook de toekenning der plaquette gaarne tevens zien als een onderscheiding, aan deze groep verleend. Verbonden aan een industrie, en terugblikkend op zijn werk op het gebied van de standaardisatie in nationaal en internationaal verband zei dr. Haantjes, dat men de belangen van de industrie wel eens als strijdig met het algemeen belang pleegt te zien. De belangen van beide kunnen echter ook parallel gaan en hij heeft zich er steeds voor beijverd, deze te doen samengaan.

Op de plechtigheid volgde een receptie, aan dr. Haantjes aangeboden door de Directie van het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken. Onder de aanwezigen bevonden zich de twee overige nog in leven zijnde bezitters van de dr. ir. C. J. de Groot-plaquette: dr. ir. H. C. A. van Duuren (die de plaquette ontving tijdens de viering van het 40-jarig jubileum van het N.R.G.) en prof. dr. ir. J. C. van Staveren.

53.087:681.327.12

Fysische aspecten van enkele moderne display-technieken

door dr. S. van Houten, Natuurkundig Laboratorium, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven



Synopsis: *Physical aspects of some modern display techniques.*
Display techniques are considered to be techniques for displaying and erasing information on a screen. Some well-known examples of displays are the cypher indicator tubes in a digital voltmeter, and cathode-ray tubes for TV, oscilloscope or computer output. Modern displays often consist of arrays of small discrete cells. Some general aspects of matrix addressing of such displays are discussed.

Displays can be divided into two groups: passive displays and active displays. The author discusses two physical phenomena that can be used to realize such displays, one by making use of liquid crystals, the other by using gas discharges.

1. Inleiding

In deze voordracht worden onder display-technieken verstaan technieken om informatie op een scherm zichtbaar te maken en weer te wissen. Een dergelijk scherm kan zeer uiteenlopend van afmetingen zijn. Enkele bekende voorbeelden zijn cijferindicatiebuisjes in een digitale voltmeter, en kathodestraalbuizen voor TV, oscillografen, radar en computer output.

In deze voordracht zullen twee voorbeelden behandeld worden uit het grote assortiment van fysische principes dat voor beeldvorming aangewend kan worden. Deze twee voorbeelden maken gebruik van respectievelijk:
- vloeibare kristallen;
- gasontladingen.

Alvorens hierop in te gaan, zullen we eerst enkele algemene aspecten van beeldweergave bespreken. Deze aspecten zijn in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Enkele display-aspecten.

Licht:	– passief – actief
Schakelen:	– elektronenbundel – elektroden en schakelaars . individuele elektroden . 'crossbar' elektroden
Geheugen:	– geen geheugen ('scanning') – wel geheugen

Het eerste punt dat zal worden besproken is een indeling in *passieve* en *actieve* displays. Actieve displays geven *zelf* licht, passieve moduleren het opvallende omgevingslicht door absorptie, reflectie of verstrooiing. De informatie op actieve displays kan het beste in het halfdonker worden gelezen, die op passieve het beste in een goed verlichte ruimte.

Het best bekende actieve 'display device' is de kathodestraalbuis met kathodoluminescerend fosforscherm en deze zal het nog lang blijven ook. Er is echter een groeiende belangstelling voor alternatieve oplossingen. Veelbelovend zijn de *gasontladings*displays, zowel in de vorm van indicatorbuisjes voor het weergeven van cijfers, als ook in de vorm van grotere panelen voor het weergeven van alfanumerieke en grafische informatie en mogelijk voor TV.

Passieve displays zijn er nog weinig, maar er is zeker behoefte aan, vooral voor toepassingen waar het display gebruikt wordt in een goed verlicht vertrek. We denken bijv. aan een tafelrekenmachine die gebruikt wordt naast een stuk papier met aantekeningen. Op grond van perceptie-overwegingen heeft het dan voordelen als het display, evenals het papier, passief is.

Een belangrijk punt is ook, dat sommige passieve displays voor de sturing slechts een bijzonder laag elektrisch vermogen behoeven. Dit is essentieel voor toepassingen in draagbare apparatuur met batterijvoeding.

Het tweede punt in de tabel betreft het schakelen of de sturing van het display. Displays zijn vaak – althans de grotere – opgebouwd uit een groot aantal discrete beeldelementen, die ieder afzonderlijk gestuurd moeten worden. Dit betekent dat over ieder beeldelement bijv. een spanning moet kunnen worden aangelegd, onafhankelijk van die over alle andere beeldelementen. Dit kan op verschillende manieren.

Schakelen met een elektronenbundel wordt in alle kathodestraalbuizen en de daarvan afgeleide displays toegepast. Deze methode is nauwelijks te overtreffen, omdat een elektronenbundel zo'n ideale schakelaar is.

Een geheel andere mogelijkheid is ieder beeldelement te schakelen door dit individueel met de schakelcircuits te verbinden. Het is gebleken een goede oplossing te zijn voor kleine displays (indicatorbuisjes), zoals bijv. een matrix van 35 beeldpunten, waarmee cijfers en letters kunnen worden weergegeven. Voor grote panelen is dit uiteraard onmogelijk en moeten 'crossbar' elektroden worden gebruikt.

Voordelen van het schakelen met 'crossbar' elektroden boven die van het schakelen met een elektronenbundel zijn, dat digitale invoer van informatie mogelijk is en – waarschijnlijk belangrijker – dat het veel eenvoudiger is om een plat display te vervaardigen. Het schakelen is echter veel ingewikkelder omdat er meer elektronica voor nodig is. Hierdoor is 'crossbar'sturing slechts dan acceptabel wanneer er voordelen tegenover staan als: laag vermogen, plat, passief, goedkoop, intern geheugen, e.d.

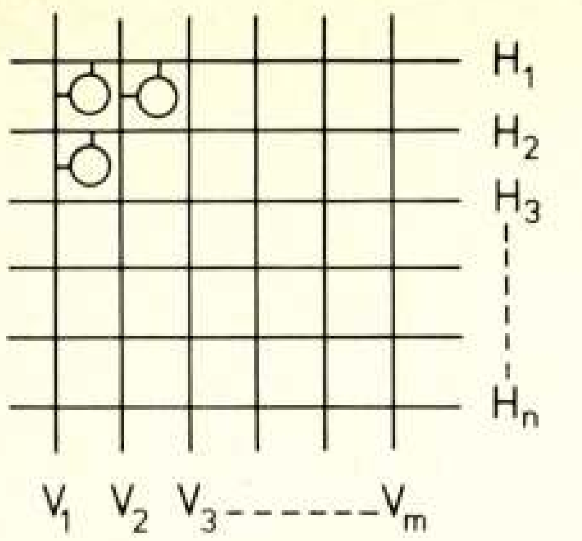


Fig. 1. Principe van een display-paneel met 'crossbar' elektroden.

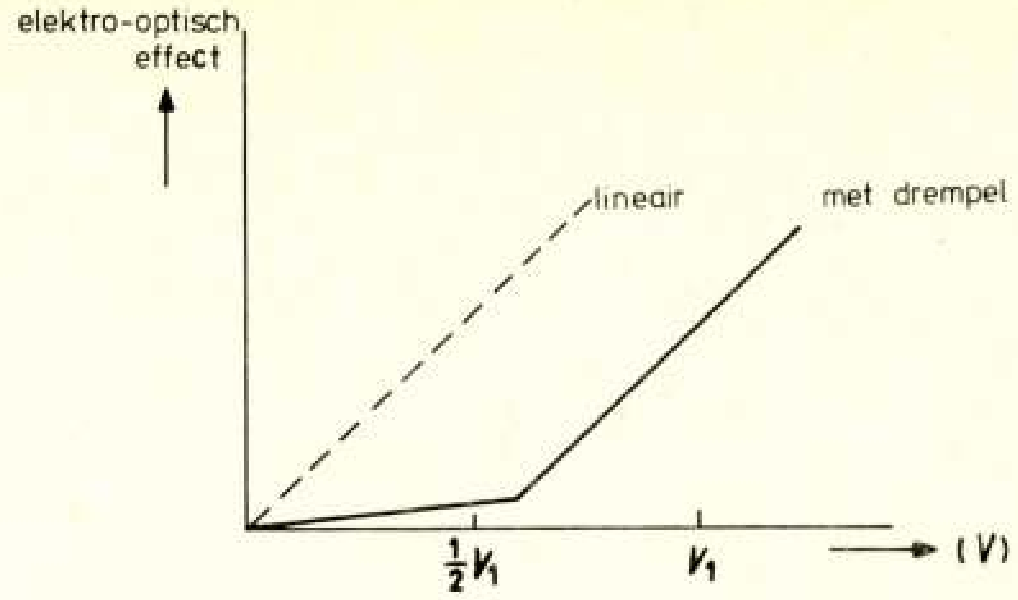


Fig. 3. Enkele mogelijke karakteristieken van elektro-optische effecten.

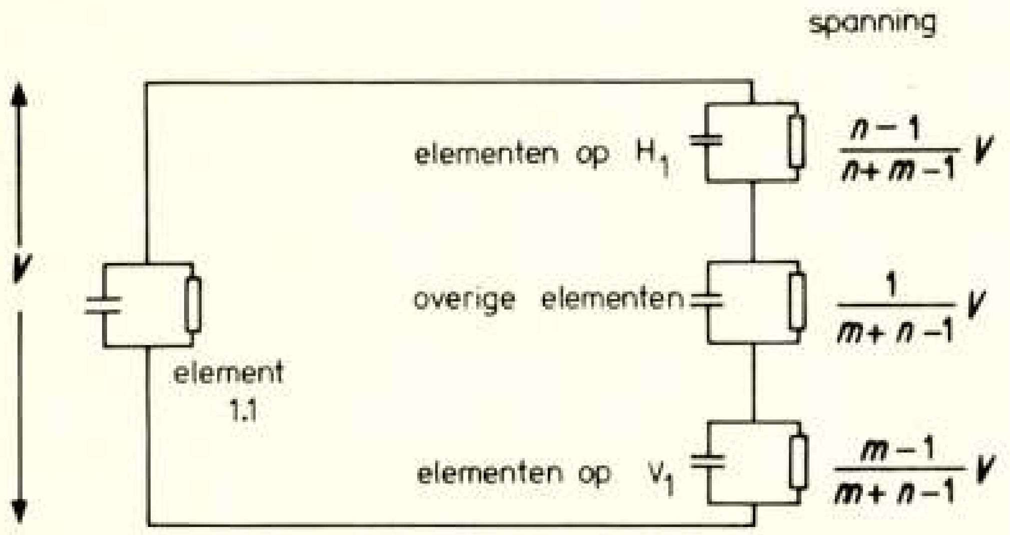


Fig. 2. Vervangingsschema van een display-paneel met 'crossbar' elektroden. Aangenomen is dat ieder beeldelement kan worden opgevat als een eenvoudige RC-kring.

We zullen nu, alvorens het laatste punt uit de tabel te bespreken eerst nader ingaan op enkele andere aspecten van het schakelen met 'crossbar' elektroden.

In fig. 1 is een stel 'crossbar' elektroden getekend, bestaande uit n horizontale en m verticale lijnen. Op de kruispunten bevinden zich de beeldelementen, die vaak voorgesteld kunnen worden door de parallelschakeling van een condensator en een weerstand.

Het is direct duidelijk dat de $n \times m$ beeldelementen met slechts $n + m$ lijnen geschakeld worden. Door handige schakelingen te gebruiken is het mogelijk het benodigde aantal drijvers nog verder te reduceren. Met behulp van een zgn. 'logic tree' zijn bijv. slechts ${}^2\log n + {}^2\log m$ drijvers nodig voor de sturing van $n \times m$ beeldelementen.

Van groot belang is dat de elektrische karakteristiek van het voor de beeldvorming gebruikte elektro-optische verschijnsel een drempel moet vertonen. Dat kan als volgt duidelijk worden gemaakt. Als een positieve resp. negatieve puls op de lijn H_1 en de kolom V_1 wordt gezet, ten einde d.m.v. een spanningsverschil beeldelement 1.1 te bekrachtigen, zullen alle andere beeldelementen op V_1 en H_1 het halve spanningsverschil voelen. Dit is zonder meer duidelijk in het geval dat de niet-geselecteerde lijnen en kolommen met aarde zijn verbonden. Als deze lijnen en kolommen zweven is het resultaat echter vrijwel hetzelfde.

Dit kan men inzien aan de hand van het vervangingsschema van een stel 'crossbar' elektroden met beeldelementen op de kruispunten (fig. 2). Het beeldelement 1.1, waarover een spanning V staat, is links weergegeven. Dit beeldelement wordt op een ingewikkelde manier geshunt door alle andere beeldelementen. Het is mogelijk het vervangingsschema te herleiden tot een serieschakeling van drie RC-kringen, zoals rechts in de figuur is aangegeven. De bovenste kring representeert de elementen van lijn H_1, de onderste de elementen van kolom V_1 en de middelste kring alle overige beeldelementen. De uitdrukkingen helemaal rechts geven de spanningen over deze kringen weer. We zien, dat – als n en m groot en gelijk zijn – alle beeldelementen op H_1 en V_1 de halve spanning voelen, terwijl de spanning over alle overige beeldelementen vrijwel nul is.

Als nu de karakteristiek van het voor de beeldvorming gebruikte elektro-optische effect lineair is, geeft dit aanleiding tot het zgn. *kruiseffect*. De beide lijnen H_1 en V_1 lichten op met ongeveer de halve lichtsterkte van het geselecteerde beeldelement. Dit is uiteraard niet acceptabel en het is daarom noodzakelijk dat de karakteristiek een drempel vertoont, zoals in fig. 3 schematisch is aangegeven. Dit betekent dat een spanning V_1 wél een flink effect en een spanning $\frac{1}{2}V_1$ geen – of bijna geen – effect geeft. Helaas zijn er maar weinig fysische effecten die een dergelijke drempel vertonen.

Als de karakteristiek lineair is, moet een drempel worden geïntroduceerd, bijv. door ieder beeldelement van een diode te voorzien. Andere mogelijkheden zijn het gebruik van een weerstandslaag met niet-lineaire karakteristiek achter de beeldvormende laag, een ferro-elektrische laag, een fotogeleidende laag, of dergelijke. Dit brengt echter weer allerlei, vooral technologische, problemen met zich mee en de situatie is op het ogenblik dan ook zo dat er geen bevredigende oplossing is voor enigszins grote display-panelen.

Het laatste punt in de tabel van display-aspecten is 'geheugen'. Hiermee wordt *geheugen in of vlakbij het display device* bedoeld. Voor weergave van bewegende beelden is een geheugenfunctie niet nodig en zelfs ongewenst. Het beeldscherm wordt dan afgetast (ge'scanned') met een zodanige frequentie dat flikker wordt onderdrukt.

In het geval van de weergave van statische informatie, bijv. alfanumeriek of grafisch, is dat anders. Dan zal de gebruiker van het display de tekst vaak gedurende een relatief lange tijd willen lezen: d.w.z. lang t.o.v. de snelheid waarmee de informatie wordt gegenereerd. Als het display zelf geen geheugen heeft is een buffergeheugen nodig om de informatie tijdelijk op te slaan en overeenkomstig de *frame*-frequentie steeds weer in het paneel in te schrijven. Ook is een geheugenfunctie nodig in al die gevallen waar informatie door lange transmissiekanalen met beperkte bandbreedte naar het display-paneel getransporteerd moet worden, bijv. door telefoonkabels.

Het is primair een kwestie van prijs of men in een dergelijk geval een display met speciaal buffergeheugen kiest of een display met intern geheugen, hoewel natuurlijk andere displayparameters de keuze kunnen beïnvloeden. Zo is een voordeel van een intern geheugen dat het beeld veel rustiger is, omdat flikker en jitter afwezig zijn.

2. Vloeibare kristallen

Na deze inleiding zal, als eerste voorbeeld van moderne displaytechnieken, beeldvorming m.b.v. vloeibare kristallen worden besproken.

Vloeibare kristallen zijn organische stoffen met langwerpige moleculen. Ze hebben tenminste twee overgangspunten in plaats van slechts één, zoals bij normale stoffen het geval is.

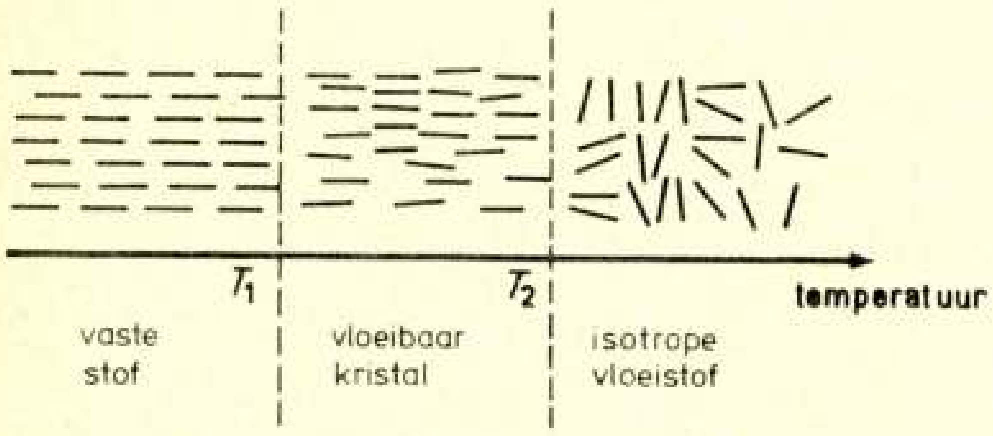


Fig. 4. Vloeibare kristallen. Een vloeibaar-kristallijne fase bestaat in een beperkt temperatuurgebied, begrensd door twee overgangspunten T_1 en T_2.

Dit is in fig. 4 geschetst. Langs de temperatuuras zijn twee overgangspunten T_1 en T_2 aangegeven. Links is een normaal anisotroop kristal aangeduid, gekenmerkt door een perfecte ordening van de moleculen. Alle lange assen van deze moleculen staan precies evenwijdig en elk molecule is regelmatig omgeven door zijn buren.

Bij het eerste overgangspunt T_1 wordt een vloeibaar kristal gevormd. Dit is een vloeistof met een ongewoon grote mate van ordening, die bijvoorbeeld blijkt uit een grote dubbele breking. De moleculen kunnen nog wel langs elkaar glijden en daarom is het een vloeistof, maar de lange assen blijven min of meer evenwijdig zoals in het kristal. Vandaar de naam: vloeibare kristallen. De stof is in deze toestand sterk anisotroop en daardoor ontstaan een aantal interessante eigenschappen.

Bij het tweede overgangspunt gaat alle ordening verloren en ontstaat een toestand van wanorde. Er is dan een normale, isotrope vloeistof gevormd.

Een goed overzicht op het gebied van de vloeibare kristallen is gegeven door *Chistyakov* [1]. Er zijn drie soorten vloeibare kristallen: *smectische*, *nematische*, en *cholesterische*. Deze hebben een verschillende ordening van de moleculen, waarop nog nader zal worden ingegaan.

Deze stoffen zijn uiteraard alleen vloeibaar-kristallijn in een beperkt temperatuurgebied, dat van stof tot stof verschilt. Bovendien ligt dit gebied meestal boven kamertemperatuur. Het is nu een van de taken van de chemici te zoeken naar stabiele stoffen, die vloeibaar-kristallijn zijn rond kamertemperatuur. Pas de laatste tijd schijnt hierin voortgang te komen.

Het is op het ogenblik nog niet geheel duidelijk waarom de ene stof in een bepaald temperatuurtraject een vloeibaar-kristallijne fase heeft en een andere niet. En nog moeilijker is te begrijpen waarom de ene stof smectisch en de andere bijv. nematisch wordt. Bovendien zijn er stoffen die achtereenvolgens verschillende vloeibaar-kristallijne fasen vertonen.

In fig. 5 is de structuur van de drie soorten vloeibare kristallen geschetst. In de *smectische fase* liggen de moleculen in lagen, met hun lange assen loodrecht op deze lagen. Het zijn zeepachtige stoffen, die voor elektro-optische toepassingen niet erg interessant zijn, omdat de rangschikking van de moleculen niet met een elektrisch veld veranderd kan worden.

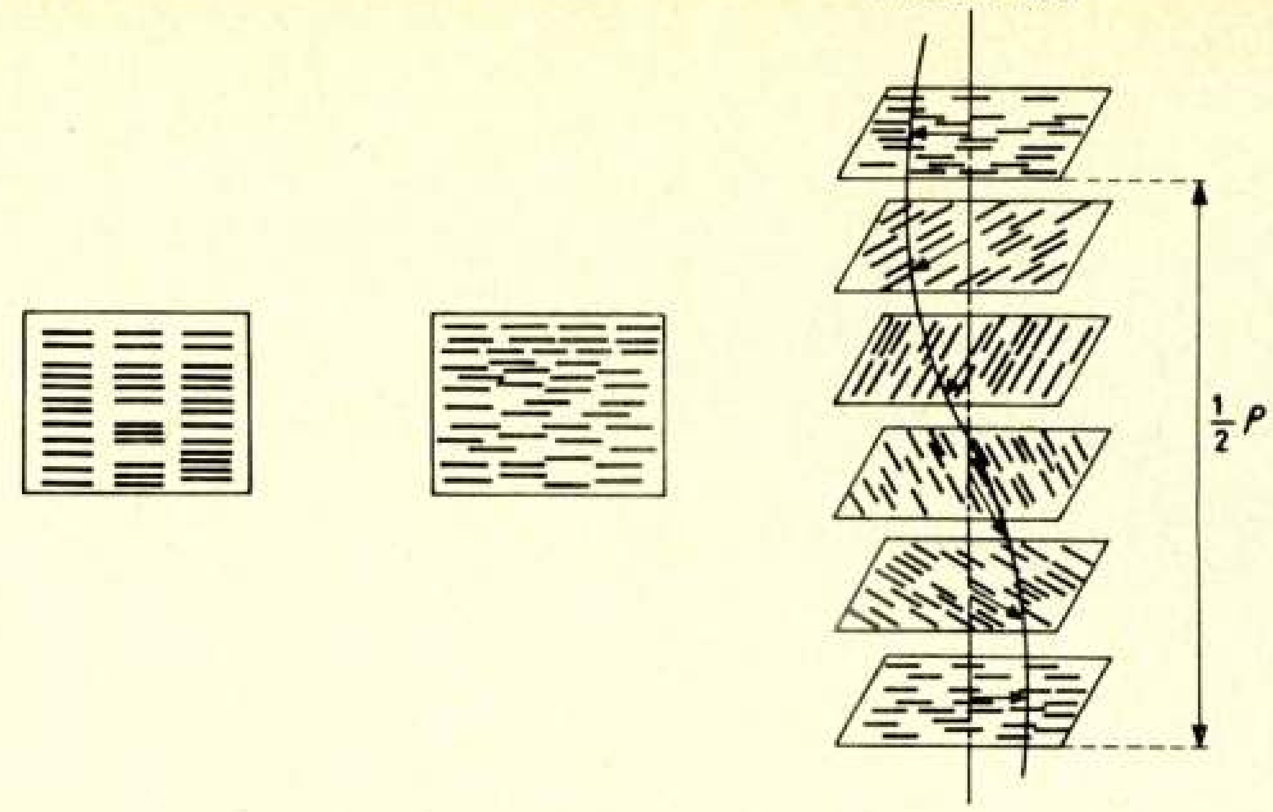


Fig. 5. Ordening van de moleculen in de drie typen vloeibare kristallen. De streepjes stellen moleculen voor.

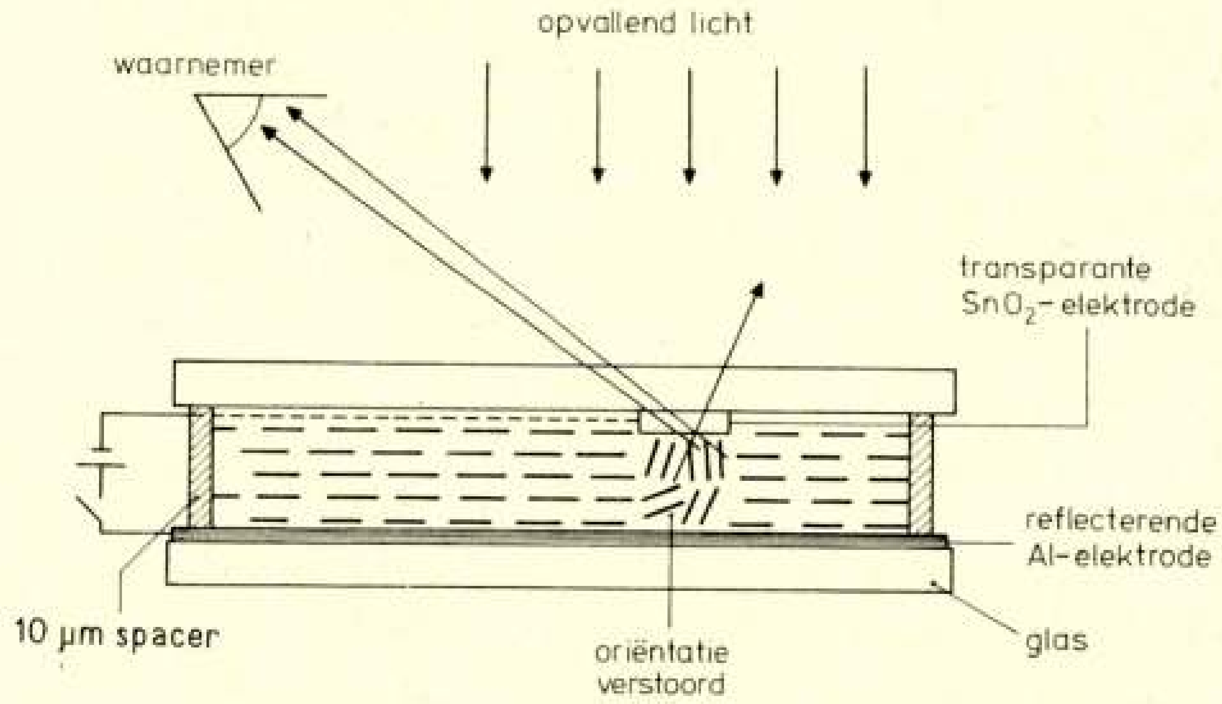


Fig. 6. Display-cel met nematische vloeibare kristallen voor 'dynamic scattering'.

Belangrijker is de *nematische fase* waar de enige ordening is dat alle moleculen onderling min of meer evenwijdig zijn georiënteerd. Ze hebben een aantal interessante optische eigenschappen en de oriëntatie van de moleculen kan d.m.v. een elektrisch veld worden veranderd. Deze eigenschappen kunnen worden gebruikt om een *beeld* weer te geven. Dit zal nu eerst worden besproken alvorens het derde type van vloeibare kristallen aan de orde komt.

Een display met nematische vloeibare kristallen is geschetst in fig. 6. Het vloeibare kristal bevindt zich in een platte cel, die bestaat uit twee dunne glasplaten op een afstand van bijv. 10 µm. Beide glasplaten zijn aan de binnenkant voorzien van elektroden; bij de onderste is dit een reflecterende laag, bij de bovenste een patroon van doorzichtige elektroden. Als geen elektrische spanning wordt aangelegd is het vloeibare kristal doorzichtig omdat alle moleculen parallel aan het glasoppervlak zijn georiënteerd en wordt het opvallende licht gereflecteerd aan de onderste elektrode; m.a.w. de kijker ziet 'ins Blaue hinein'. Wordt echter een spanning van 10 à 20 V aangelegd, dan wordt de ordening van de moleculen verstoord. Een mogelijke verklaring is dat aan de elektroden ionen worden gevormd, die onder invloed van het veld gaan bewegen en een turbulente stroming in de vloeistof veroorzaken. Deze turbulentie verstrooit het licht en men ziet een lichte vlek of punt ter plaatse van het aangelegde veld.

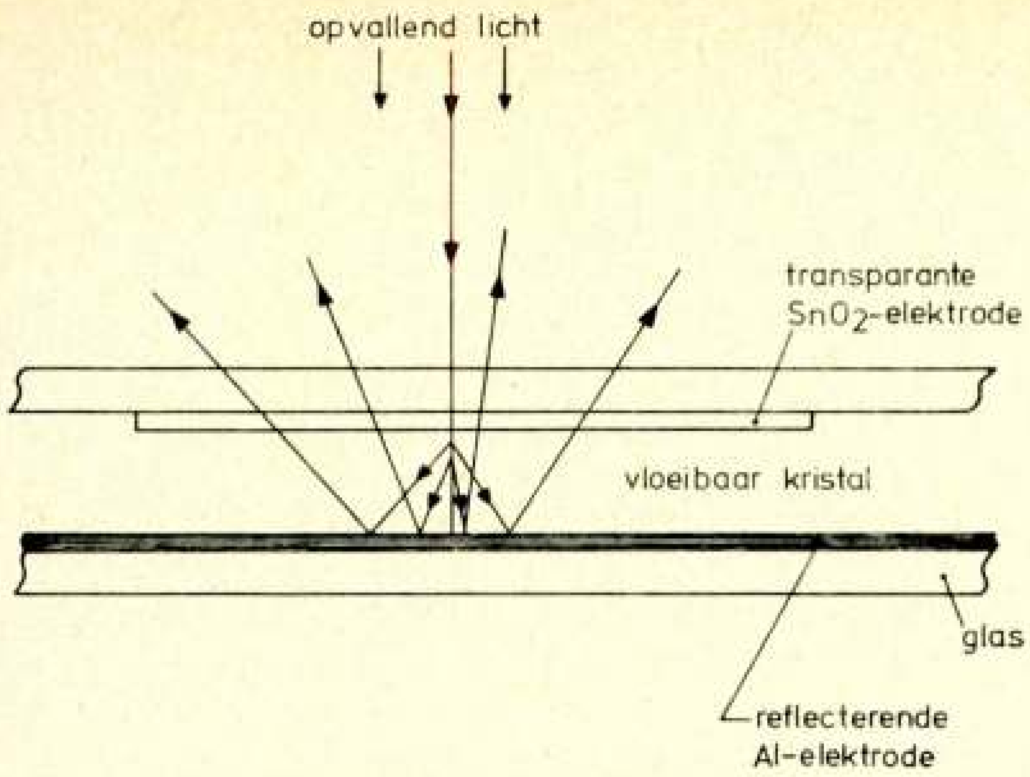


Fig. 7. Detail van display-cel uit fig. 6. Het opvallende licht wordt in voorwaartse richting verstrooid en dan gereflecteerd aan de spiegelende onderste elektrode.

In fig. 7 is enigszins meer in detail getekend wat er eigenlijk gebeurt. De schaal van deze tekening is veel groter. Een van boven invallende lichtbundel wordt in het verstoorde gedeelte van de vloeibaar-kristallijne laag in voorwaartse richting verstrooid. Deze verstrooide straling wordt vervolgens aan de onderste spiegelende elektrode gereflecteerd.

Het verschijnsel is door de uitvinder *Heilmeyer* [2] 'dynamic scattering' genoemd. Door een geschikt patroon van elektroden te kiezen, bijv. 35 punten in een 5 × 7 matrix, kunnen cijfers en letters worden weergegeven.

Een display met vloeibare kristallen heeft de volgende aantrekkelijke eigenschappen:

- het is passief;
- het contrast is behoorlijk, waarden van 1 : 20 zijn gemeten;
- het oplossend vermogen wordt uitsluitend bepaald door de elektrode-afstand, maar waarden van 10 lijnen per mm zijn zeker mogelijk;
- het is mogelijk er een plat display van te maken;
- het elektrische vermogen dat nodig is om ze te schakelen is buitengewoon laag, nl. slechts 10 $\mu W/cm^2$. Dit vermogen kan zo klein zijn, omdat geen licht gegenereerd behoeft te worden, maar alleen gemoduleerd. Slechts een geringe elektrische stroom is voldoende om turbulenties in de nematische laag te veroorzaken.

Er zijn echter ook enkele nadelen. In de eerste plaats is de gezichtshoek beperkt, omdat de intensiteit van het verstrooide licht snel met de verstrooiingshoek afneemt. Belangrijker is echter dat de karakteristiek van contrast tegen spanning min of meer lineair is. Het zal daarom moeilijk zijn om deze stoffen voor grote display-panelen te gebruiken, tenzij we een kunstmatige drempel aanbrengen. Grote panelen zijn echter ook moeilijk te realiseren omdat vloeibare kristallen vrij langzaam zijn. De 'dynamic scattering' berust immers op een turbulente vloeistofstroming, die op gang moet komen en weer verdwijnen. Hiermee zijn tijden van milliseconden en langer gemoeid, zodat 'duty-cycles' groter dan 10 : 1 onpraktisch zijn.

Het is daarom te verwachten dat vloeibare kristallen hoofdzakelijk gebruikt zullen worden voor kleine alfanumerieke displays voor draagbare apparatuur, die door batterijen wordt gevoed.

Het derde type vloeibare kristallijne fase is de zgn. *cholesterische* (zie fig. 5). Deze heeft een intrigerende structuur en heel interessante eigenschappen. Deze structuur bestaat uit lagen, maar anders dan bij de smectische. In iedere laag zijn de moleculen op overeenkomstige wijze gerangschikt als in de nematische fase. Het bijzondere is dat in een richting loodrecht op de vlakken de oriëntatie van de moleculen geleidelijk draait, zodanig dat na ongeveer 2000 vlakken de oriëntatie 360° gedraaid is. Met andere woorden, er is een schroefstructuur, met een spoed die gewoonlijk met P wordt aangeduid. De cholesterische vloeibare kristallen zijn daarom dubbelbrekend en optisch actief. Ze draaien het polarisatievlak van gepolariseerd licht ca. 1000 × beter dan kwartskristallen.

Interessante optische eigenschappen ontstaan ook als de golflengte λ van het opvallende licht gelijk is aan het produkt van de spoed P van de schroef en de brekingsindex n van het vloeibaar-kristallijne medium. Als hieraan voldaan is, vertonen cholesterische vloeibare kristallen intensieve kleuren in reflectie. De kleuren zijn vaak heel gevoelig voor de temperatuur; deze stoffen kunnen daarom worden gebruikt in de thermografie: het zichtbaar maken van kleine temperatuurverschillen.

Een toepassing is het detecteren van fouten in geïntegreerde schakelingen: fouten die gekarakteriseerd worden door een plaatselijk grotere warmtedissipatie en dus door iets hogere temperatuur. Kleine temperatuurverschillen in de orde van enkele decikelvin geven aanleiding tot een verandering van de kleur van rood naar bijv. groen.

3. Gasontladingen

Waar met behulp van vloeibare kristallen in principe een passief display gemaakt kan worden, is het mogelijk met gasontladingen een actief display te maken. Een gasontladings-displaypaneel bestaat gewoonlijk uit een matrix van kleine glimlichtjes. De opbouw is schematisch weergegeven in fig. 8.

In een dunne, isolerende plaat zijn een groot aantal gaatjes gemaakt. Aan weerskanten van de plaat zijn elektroden aangebracht, aan de ene kant de kathoden, aan de andere kant de anoden. Het geheel wordt in een gasdicht huis met glasvenster gemonteerd, dat na vacuümpompen met neongas wordt gevuld.

Als op twee van de elkaar kruisende elektroden een voldoend hoge spanning wordt gezet zal het glimlichtje dat zich op het kruispunt van de beide elektroden bevindt ontsteken. Het rendement van deze lichtbron is redelijk, nl. ongeveer 1 lm/W, zodat een grote helderheid kan worden bereikt.

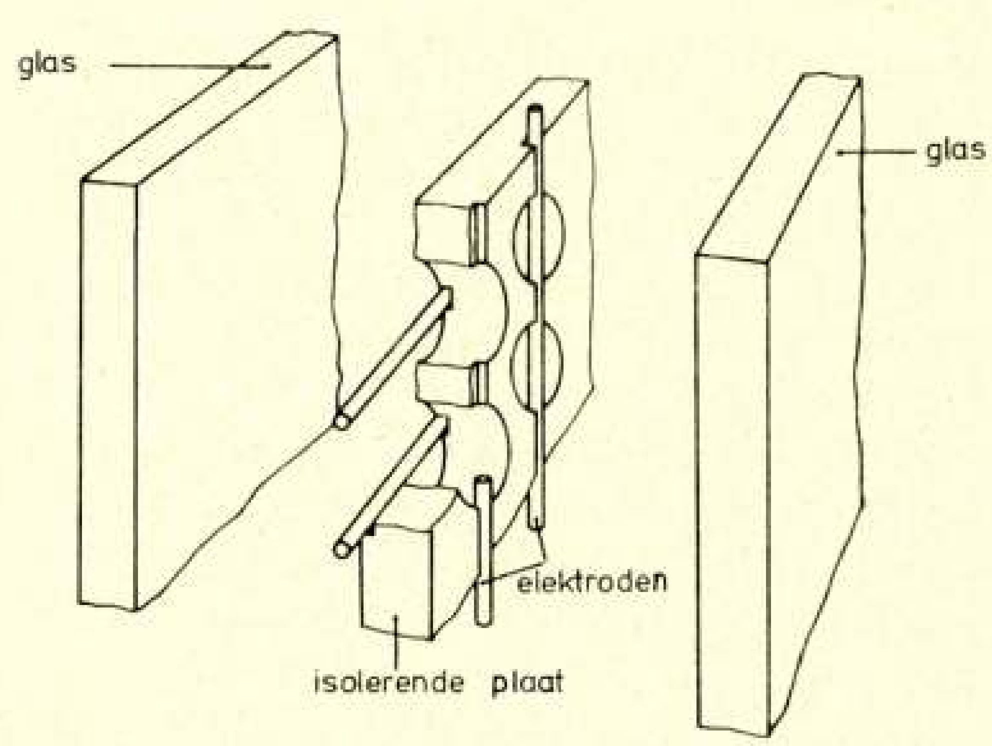


Fig. 8. Principe van gasontladingspaneel. Representatieve maten zijn: gatdiameter 1 mm, hartafstand van de gaatjes 1,25 mm, dikte van de isolerende tussenplaat 0,6 mm.

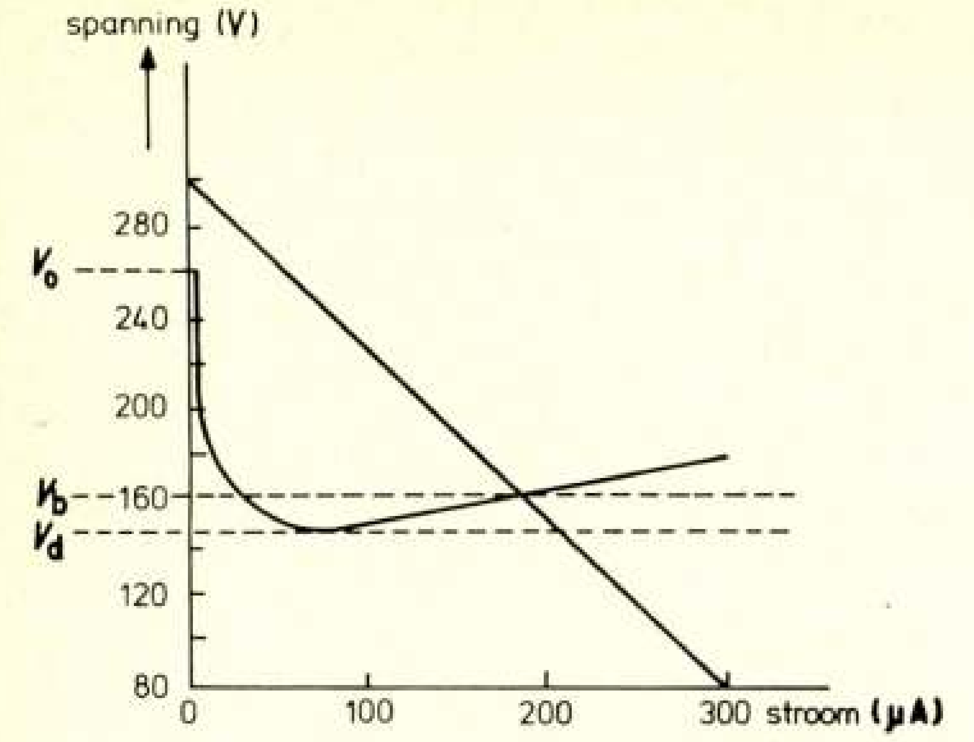


Fig. 9. *I-V* karakteristiek van een glimontlading met belastingslijn.

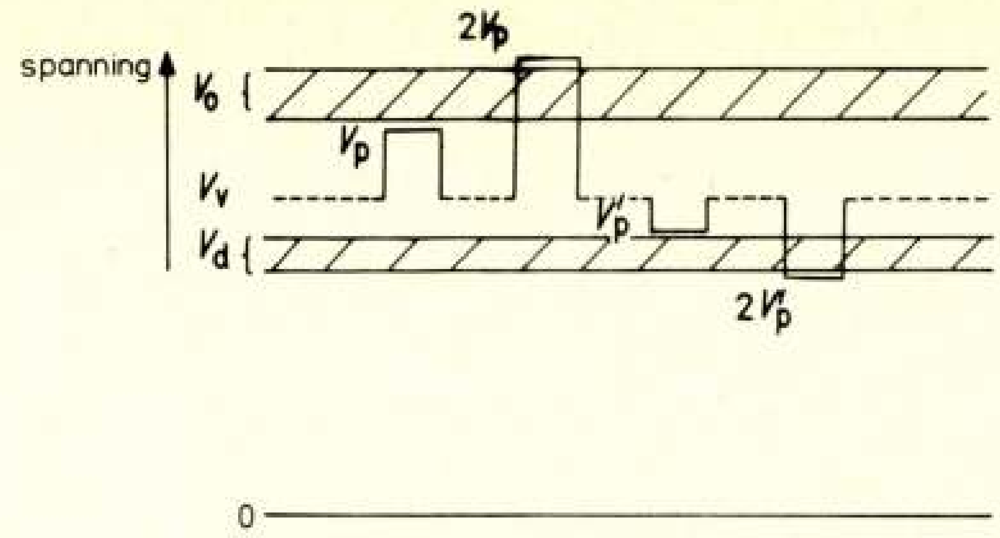


Fig. 11. Principe van de 'storage address mode'. V_o is de ontsteekspanning en V_d de doofspanning van de glimontladingen. Voorts is V_v de over het paneel aangelegde voorspanning en zijn V_p de gebruikte stuurpulsen en V_p' de gebruikte doofpulsen.

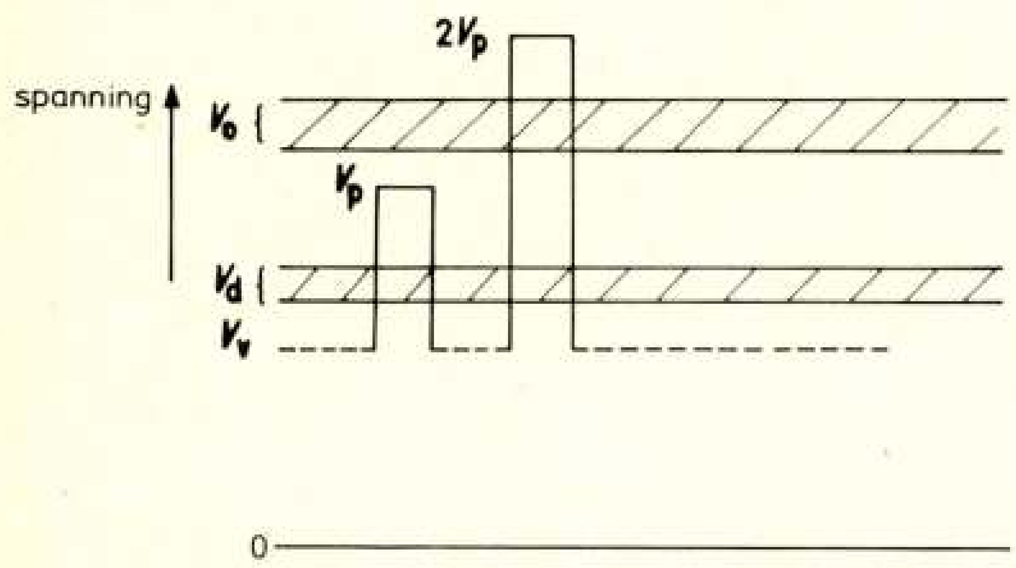


Fig. 10. Principe van de 'cyclic address mode'. V_o is de ontsteekspanning en V_d de doofspanning van de glimontladingen. Voorts is V_v de over het paneel aangelegde voorspanning en zijn V_p de gebruikte stuurpulsen.

In fig. 9 is de *I-V* karakteristiek van een gasontlading weergegeven. De ontlading ontsteekt als de spanning groter is dan de ontsteekspanning V_o en dooft als de spanning lager wordt dan de doofspanning V_d. De ontlading brandt bij een spanning V_b, die bepaald wordt door de vorm van de karakteristiek en de gebruikte belasting. Enkele representatieve waarden voor de genoemde spanningen zijn in de figuur vermeld. De stroom is in het gegeven voorbeeld 200 μA, maar kan, afhankelijk van de gebruikte belasting veel groter zijn, bijv. 10 mA.

Belangrijk is dat de karakteristiek van de gasontlading een duidelijke drempel vertoont. Daarom is het mogelijk glimontladingen te gebruiken voor grote – met 'crossbar'elektroden gestuurde – panelen.

Het is interessant na te gaan hoe een dergelijk gasontladingspaneel gestuurd kan worden. Hier zullen twee verschillende methoden worden besproken, nl. een 'cyclic address mode' en een 'storage address mode'.

Het beginsel van de *cyclic address mode* zal worden behandeld aan de hand van fig. 10. In deze figuur zijn de spanningen aangegeven waartussen het paneel geschakeld moet worden. V_o is de ontsteekspanning, V_d de doofspanning van de glimlichtjes. Er is uiteraard een zekere spreiding tussen de verschillende lichtjes van het paneel; dit is aangegeven met behulp van de gearceerde gebieden. Een *voor*spanning V_v wordt gebruikt, die lager is dan de minimum doofspanning. Om een bepaald lichtje te ontsteken worden twee coïncidente pulsen op een stel crossbarelektroden gezet. De grootte van deze pulsen V_p is zo gekozen, dat *twee* pulsen de spanning altijd boven de maximum ontsteekspanning brengen, maar *een* puls altijd lager blijft dan de minimum ontsteekspanning. In deze 'cyclic address mode' blijft een lichtje slechts aan gedurende de pulsduur. Deze selectiemethode wordt bijv. gebruikt voor TV, maar ook voor het weergeven van alfanumerieke informatie. In dat geval zal een buffergeheugen nodig zijn, zoals in de Inleiding reeds is besproken.

In vele gevallen zal het echter bezwaarlijk zijn ieder displaypaneel van een apart buffergeheugen te voorzien, omdat het duur is, of omdat het apart met het display moet worden verbonden, of omdat men een rustig beeld wil hebben. In zulke gevallen zal men graag een display met intern geheugen willen gebruiken. Dat kan met een gasontladingsdisplay als het in de *storage address mode* wordt bedreven.

Het principe hiervan is weergegeven in fig. 11. Nu wordt een *voor*spanning V_v gebruikt die *tussen* V_o en V_d *in* ligt. Weer worden twee coïncidente pulsen V_p gebruikt om een lichtje te ontsteken, maar het lichtje blijft aan totdat twee coïncidente wispulsen V_p' worden aangelegd. Men heeft nu dus een paneel met intern geheugen gekregen. Een voordeel is ook, dat de schrijf- en wispulsen veel kleiner kunnen zijn dan die in het eerste geval nodig waren. Daar staat echter tegenover dat de toleranties van het paneel en de toelaatbare spreiding in de ontsteek- en doofspanningen veel kleiner zijn. Tenslotte is het noodzakelijk, ten einde elke gewenste cel in het paneel te kunnen ontsteken, om in serie met elk lichtje een weerstand aan te brengen. Zonder een dergelijke weerstand zou de spanning over een lijn, waarop reeds een lichtje is ontstoken, dalen tot de brandspanning, zodat andere beeldelementen op dezelfde lijn niet meer ontstoken kunnen worden. Het lijkt moeilijk een dergelijke serieweerstand aan te brengen, maar dit kan heel elegant worden gerealiseerd door de anodedraden te bedekken met een dunne weerstandslaag, zodat ieder lichtje als het ware zijn eigen stukje anode 'ziet' door zijn eigen serieweerstand heen.

Tenslotte zal het gebruik van *gasontladingspanelen* voor televisie worden besproken. Men zal dan uiteraard de reeds besproken 'cyclic mode' moeten gebruiken.

Belangrijk is, dat het onmogelijk is om de bij kathodestraalbuizen gebruikelijke punt-scanning toe te passen, omdat een glimontlading niet snel genoeg ontsteekt. In de ontsteekvertraging onderscheidt men twee gedeelten: de *statistische vertraging* en de *opbouwtijd*. Alvorens een gasontlading kan ontsteken zijn er een aantal primaire elektronen nodig en als deze niet kunstmatig worden opgewekt moet worden gewacht op bijv. kosmische straling om dat te veroorzaken. *Dat is de statistische vertraging*. Zodra er enkele primaire elektronen zijn begint de ontlading zich op te bouwen. Door een avalanche-mechanisme of lawine-effect worden veel meer elektronen (en ionen) gevormd. De totale vertragingstijd van een glimontlading wordt



Fig. 12. Experimenteel TV-paneel bestaande uit een matrix van 10 000 glimlichtjes. De definitie van het paneel is 100 × 100 lijnen.

hoofdzakelijk bepaald door de statistische vertraging, die heel groot kan zijn, zelfs wel seconden. Een realistische gemiddelde waarde is 200 ms, dus véél te lang voor TV-scanning.

Het is mogelijk een truc toe te passen om deze tijd aanzienlijk te bekorten. Als namelijk een lichtje wordt ontstoken in een paneel waarin de buren al aan zijn of net aan zijn geweest, is de statistische vertraging veel kleiner. Dat is te danken aan de ionen en elektronen die door het paneel diffunderen. De diffusieweg kan gemakkelijker worden gemaakt door in de isolerende tussenplaat groeven te maken die de cellen verbinden. Op deze manier kan de vertragingstijd worden teruggebracht tot 5 μs.

Maar ook 5 μs is nog veel te lang voor puntscanning, omdat bij een TV-framefrequentie van 50 Hz en een definitie van 625 lijnen, de *punt*tijd slechts 100 ns bedraagt. Bovendien kan puntscanning om nog een andere reden moeilijk worden toegepast. De maximum stroom door een glimlichtje, en daarmee de maximaal bereikbare punthelderheid, is te klein om in 100 ns een voldoend grote helderheid van het paneel te bereiken. Bij lijnscanning kan dit wel. Dan is de stroom per lichtje 3 mA, hetgeen een aanvaardbare waarde is. Daarom wordt in dit geval lijnscanning gebruikt, zodat 64 μs beschikbaar is voor het ontsteken en branden van een lichtje, hetgeen ruim voldoende is.

Ook is bij TV een *grijsschaal* vereist. Uiteraard kan men de helderheid van de glimlichtjes moduleren door de stroom te variëren. Dit kan men bereiken met behulp van een variabele stroombron of door middel van een variabele spanningsbron. De eerste oplossing heeft als bezwaar dat bij kleine stroomsterkten soms instabiliteiten optreden.

Bij de tweede oplossing krijgt men last van kleine verschillen in de *I-V* karakteristieken van de ontladingen. Het verdient daarom de voorkeur geen van beide methoden te gebruiken maar tijdmodulatie toe te passen. Het amplitude-gemoduleerde videosignaal wordt daartoe bemonsterd en de verkregen impulsen worden omgezet in impulsen, waarvan de tijdsduur evenredig is aan de amplitude van de videomonsters. Anders gezegd: de pulshoogte-modulatie wordt omgezet in een pulsbreedte-modulatie. Dit betekent dat alle lichtjes op één lijn tegelijkertijd worden aangezet, maar dat de brandtijd varieert. Het menselijk oog zorgt voor de integratie, zodat de indruk van een mooie grijsschaal ontstaat.

In het Natuurkundig Laboratorium is door *dr. De Boer* [3] en medewerkers een experimenteel TV-paneel gemaakt met een definitie van 100 × 100 lijnen. Daar deze definitie kleiner is dan de normale moet het TV-signaal worden aangepast. Dit wordt bereikt door de interliniëring te verwaarlozen en twee rasters over elkaar weer te geven. Vervolgens worden drie opvolgende TV-lijnen aan één lijn van het paneel toegevoerd.

In fig. 12 is een foto van dit experimentele TV-paneel gegeven, dat een indruk van de beeldkwaliteit van het plaatje geeft. De weergeefsnelheid van het paneel is ruim voldoende, een snelbewegend beeld wordt goed gevolgd. Het contrast is ongeveer 1 : 20 en de helderheid is vergelijkbaar met die van een zwart-wit kathodestraalbuis. De kleur is echter die van een neonglimontlading en daarom zal er nog weinig belangstelling zijn voor een dergelijk TV-paneel. In de toekomst zal het wellicht mogelijk zijn een dergelijk paneel met meer kleuren te maken, waardoor het evenbedoelde bezwaar wegvallen kan.

Op veel kortere termijn zijn er echter interessante toepassingen op het gebied van *data display*, waar behoefte is aan een vlak display-paneel, met grote helderheid en met de mogelijkheid van een intern geheugen.

Literatuur

[1] Chistyakov, I. G.: Sov. Phys. Cryst. **13**, 229 (1968).

[2] Heilmeyer, G. H., Zanoni, L. A. en Barton, L. A.: Proc. IEEE **56**, 1162 (1968).

De Boer, Th. J.: 9th Nat. Symp. on Information Display, Los Angeles, May 1968, p. 193.

Ver zien van nabij

door ir. D. van den Berg, Centrale Directie der PTT, 's-Gravenhage



Synopsis: *Looking far from nearby.*
Attention is drawn to the potentialities of the verbal image and of the visual image for carrying information. Possible social changes, due to the introduction of the viewphone in the coming decades, are discussed.

De wat cryptisch aandoende titel behoeft nadere uitleg daar hij een schijnbare tegenstelling inhoudt. In de loop van mijn betoog hoop ik echter twee zijden van het onderwerp nader te belichten.

Laten wij onze aandacht voorlopig bepalen op het eerste deel: *het zien in de verte.* Het is een begrip dat erg in zwang is bij de mensen die plannen maken voor de wat verdere toekomst dan die van morgen. Het zijn de futurologen die trachten op verantwoorde wijze ons een blik te gunnen in de toekomst van het door hen bestreken vakgebied. Het is deze rol die ik mij in de loop van dit betoog wil aanmeten.

Het *'vèr zien'* is echter evenzeer de weergave van een wel zeer menselijke eigenschap. Hetgeen ver weg is willen wij van nabij beschouwen. Deze neiging van de mens heeft dan ook geleid tot de uitvinding van de verrekijker en toen de grenzen van de optische vergroting bereikt waren, boorde hij andere bronnen aan in het rijk der natuurkunde.

Was het de alpinist die het *eigen* oog bracht tot op de top van de door hem beklommen berg, de vorsers in de geheimen der elektronica schiepen de opnamebuis waarmee het optische beeld, van zijn wezen ontdaan, langs elektrische transmissiewegen ongekende afstanden kan afleggen, om tenslotte in de beeldbuis zijn schijn-gestalte van optisch beeld aan te nemen. Wat onmogelijk leek is nu mogelijk: niet alleen kan de mens, geriefelijk gezeten, dat wat vèr weg plaats heeft van nabij volgen maar het is hem gelukt de afdrukken in het maanstof te zien van de voetstappen die de mensheid heeft gezet op de weg naar het oneindige.

Wat zal het volgende beeld zijn dat men te aanschouwen krijgt? Niemand kan dat met zekerheid voorspellen. Maar wel zeker is dat er *nieuwe* beelden komen en dan gebracht in *nieuwe* technieken.

Van de driespreuk 'horen, zien en zwijgen' zijn de eerste twee begrippen van grotere betekenis voor het geestelijke verkeer tussen de mensen dan het derde. De volgorde is in het verband hier ook wel zinvol, al is elke overeenkomst met mijn hierna ontwikkelde gedachten een zuiver toevallige.

Het horen gaat voorop, het zien komt daarna. In de elektrische berichtentechniek is het evenzo. Het nabij 'horen van het verre geluid' vindt zijn verwezenlijking in de telefonie; het 'ver zien van nabij' werd pas jaren later mogelijk toen de televisie ten tonele verscheen.

Het is niet zonder reden dat ik u op deze volgorde wijs. Het samenstel van spreken en horen als overdrachtsmethode voor gedachten en begrippen wordt sterk belemmerd door het grote aantal onderling verschillende codes. Enkele aanschouwelijke voorbeelden zullen dit sneller kunnen aantonen dan vele woorden.

DIA

Bij het zien van dit woord denkt u aan een 'lantaarnplaatje', maar de Spanjaard zal er de 'dag' in zien en in het Indonesisch is het een persoonlijk voornaamwoord (3e persoon, enkelvoud).

Als een Nederlander het volgende opschrift leest:

2× BELLEN

dan is dat voor hem een duidelijke aanwijzing, maar een Duitstalige voorbijganger zal het maar een vreemde aanwijzing vinden. Nemen we nu als derde voorbeeld:

ATTENTION À LA PEINTURE

NAT

dan is het duidelijk, dat men voor eenzelfde aanwijzing in de ene taal veel meer code-elementen nodig heeft dan in het andere.

Tenslotte, bij het zien van de foto (fig. 1), voorstellende een



Fig. 1. Zwitsers Alpenlandschap. De afbeelding bevat zoveel informatie, dat op velerlei wijzen een beschouwer er de zelf benodigde informatie aan kan onttrekken.

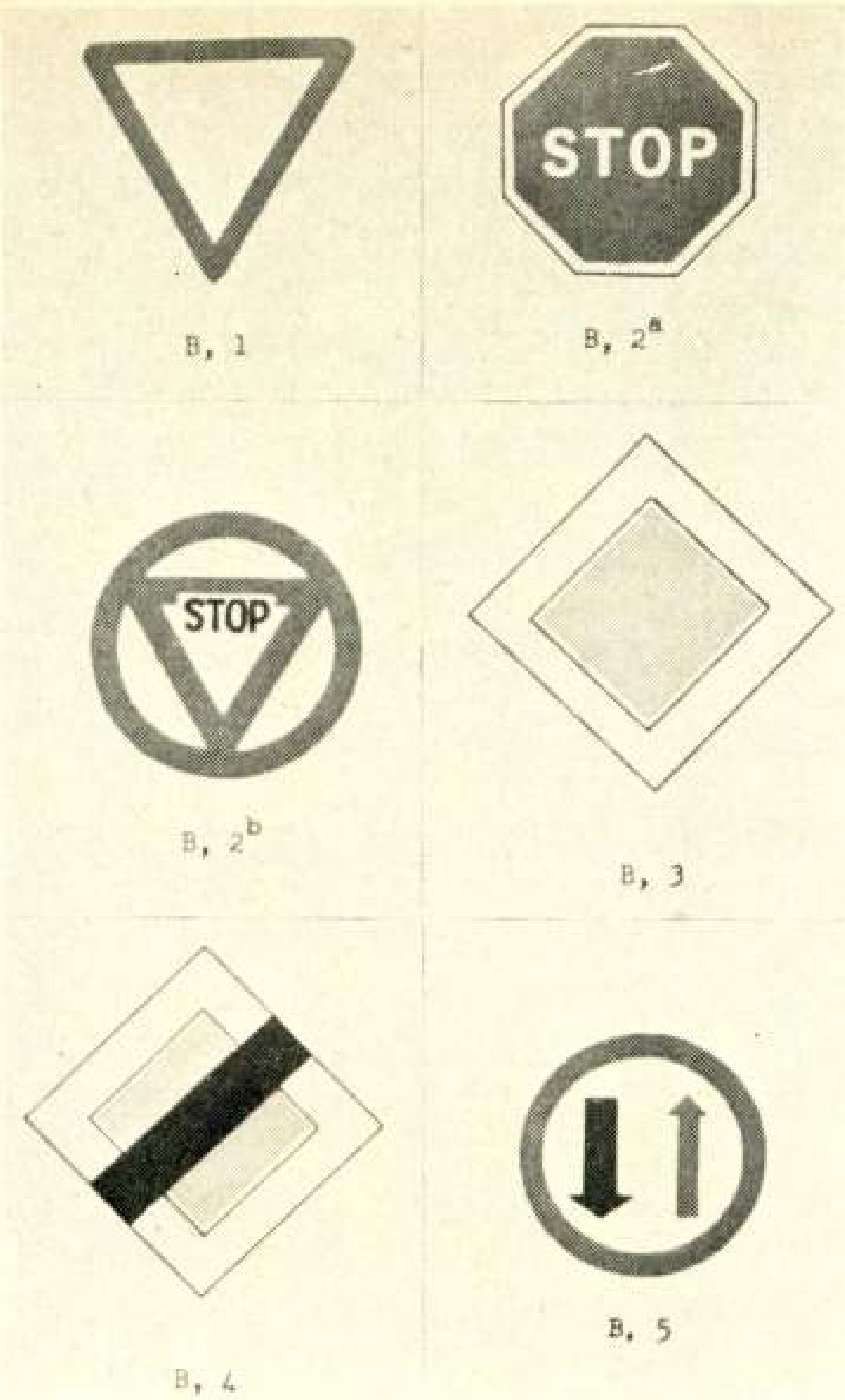


Fig. 2. Enkele afbeeldingen van verkeersborden.

Zwitsers Alpenlandschap met groene voorgrond, is elke uiteenzetting van mij overbodig.

Gebruikte ik bij het duidelijk maken van deze bedoelingen vier afbeeldingen in plaats van een mondelinge uiteenzetting, dan sta ik daarin niet alleen. Velen hebben eerder reeds hun toevlucht gezocht bij 'plaatjes' als zij begrippen wilden verduidelijken. De verkeersborden volgens het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (zie fig. 2) zijn daarvan een duidelijk bewijs. Ook de Nederlandse Spoorwegen getuigen er van als zij op blz. 15 van het Spoorboekje een reeks kernbeelden afdrukken, in de wandeling *pictogrammen* geheten (zie fig. 3).

Een interessante toepassing van de keuze tussen spreken of zien kan men elk jaar weer aanschouwen in de door vakantiegangers bezochte, voor hen vreemdtalige gebieden. Laat de gesproken communicatie het volledig afweten doordat men de plaatselijke code (= taal) niet kent, dan is een uiterst doeltreffend alternatief de gebarentaal.

Waarom ik u dit verschijnsel ten tonele voer zal duidelijk worden als ik verwijs naar het elektrische berichtenverkeer, waarin een soortgelijke ontwikkeling valt waar te nemen, al is de verklaring een andere. Kan men voor de overdracht van het gesproken *woord* volstaan met een betrekkelijk smalle frequentieband, het televisie*beeld* verlangt een meer dan duizendvoudig bredere frequentieruimte.

Deze ontwikkeling is uit een oogpunt van elektrische overdrachtstechniek volledig verklaarbaar. Bedenkt men dat de telegrafie er het eerst was, dat de telefoon daarna kwam, en dat de televisie voorlopig de rij sluit, dan is deze volgorde begrijpelijk voor de ingewijde in de elektrische berichtentechniek. Immers, het steeds goedkoper worden van bandbreedte en het invoeren van steeds breedbandiger overdrachtsmedia door een



Fig. 3. Bladzijde 15 van het Spoorboekje.

steeds betere beheersing van de technische mogelijkheden zijn hiervoor een verklaring. De snelle ontwikkeling in deze materie wijst duidelijk in de richting van een grote toekomst voor het beeldverkeer in rijkgeschakeerde vorm.

Dit schijnt geheel in lijn met de voorkeur die de mens blijkbaar heeft voor het willen zien van beelden boven het horen van gesproken of het lezen van geschreven tekst, zoals ik hierboven met enkele voorbeelden toelichtte. Sommigen zullen wellicht opmerken dat het een uiting van luiheid is; ik moge dan wijzen op de grote populariteit, die audio-visuele leermethoden hebben. En dit verschijnsel is van groot belang voor de toekomst van het beeld-verkeer in vergelijking met het woord-verkeer.

Men behoeft geen bovennatuurlijke gaven als ziener te hebben om vast te stellen dat het beeldverkeer een stormachtige toekomst van voortgaande ontwikkeling tegemoet gaat. Dan denk ik niet alleen aan de televisie, die zich een onuitroeibare plaats in onze samenleving heeft veroverd, maar inzonderheid aan andere vormen van beeldverkeer, niet alleen tussen mensen onderling maar ook tussen de mens en de machine.

Bepalen wij ons hierbij eerst tot het beeldverkeer tussen de



Fig. 4. Beeldtelefoon.

mensen onderling. De beeldtelefoon (zie fig. 4) zal in de komende jaren een plaats opeisen naast de andere vormen van elektrisch berichtenverkeer. Al is het technisch reeds mogelijk om aan het telefoongesprek het beeld van de gesprekspartner toe te voegen, de onredelijk hoge prijs is voorshands nog een hinderpaal. Met het voortschrijden der technieken en met het vereenvoudigen van vervaardigingsmethoden zal de prijs echter dalen en zal toepassing voor een bredere kring van gebruikers mogelijk worden. Daarom geloof ik, dat de invoering van beeldtelefonie het eerste zal plaatsvinden in het zakenverkeer en met name tussen verspreid liggende vestigingen van eenzelfde onderneming; in een later stadium zal echter de beeldtelefoon ook haar intrede doen in de huiselijke kring.

Men moet de *gevolgen* van de komst van beeldtelefonie niet onderschatten. Het patroon van de samenleving zal zichtbaar veranderen. Het is zeer wel denkbaar, dat dit beeldverkeersmiddel de grote concurrent gaat worden van het personenverkeersmiddel. Materiële verplaatsing van personen zal in vele gevallen vermeden kunnen worden; de mens kan zittend voor zijn beeldtelefoon de verre vriend van nabij zien, . . . en met hem spreken.

Anderen zijn zelfs van mening dat men zijn toevlucht tot dit beeldverkeersmiddel wel zal moeten nemen in verband met het feit, dat men in de onmogelijkheid komt te verkeren, zich materieel te verplaatsen, als gevolg van het steeds groeiende aantal auto's, dat de wegen zal verstoppen. Dan zal men wel gedwongen zijn de beeldtelefoon te hanteren als snelle mogelijkheid om de gesprekspartner te bereiken, al zal zulk een teleontmoeting dan slechts mogelijk zijn bij de gratie van frequentiebanden en beeldlijnen.

De gevolgen van de geschetste ontwikkeling zouden zich echter wel eens kunnen aandienen op een vroeger tijdstip dan de invoering van de beeldtelefoon. Men zou daarom terdege moeten overwegen in de nabije toekomst vergaderlokaliteiten in te richten in een aantal steden, gebruik makend van de huidige beeldverbindingstechnieken. Zulk een nieuwe dienstverlening zou een waardevolle aanvulling kunnen zijn op het dienstenpakket van het Telecommunicatiebedrijf van PTT, dat daarbij goed gebruik kan maken van de in den lande aanwezige televisieverbindingen. Internationaal zijn studies daaromtrent reeds in een vergevorderd stadium en in het Verenigd Koninkrijk is reeds een proefverbinding ingericht tussen twee kantoren van de British Post Office (zie fig. 5).

Sprak ik over de zichtbare ontmoeting met het nabije beeld van de verre vriend, dan is dat slechts één der toepassingen van het beeldverkeer. Er zijn echter nog vele andere mogelijkheden.

Men denke daarbij aan het contact van de mens met de informatiemachines van velerlei aard. De zakenman, die op zijn beeldscherm de noteringen van zijn meest geliefde fondsen zal willen zien, behoeft slechts het toetsenbord van het kijktoestel te bedienen om ze in cijfers en in grafiek vóór zich te hebben. Als speciale dienstverlening zou het telefoonnummer van zijn commissionair in effecten kunnen worden meegegeven in beeldsnede. De huisvrouw zal het merendeel van de gegevens, die zij ter verlichting van haar taak behoeft, kunnen opvragen aan daartoe ingerichte centrales.



Fig. 5. Een 'confravision session' bij de British Post Office van ingenieurs in Gresham Street en aan de andere zijde ingenieurs van de laboratoriumafdeling in Dollis Hill.

Het beeldstation zal uitgroeien tot een telecommunicatiemeubel, door prof. Bast wel eens de UTA genoemd, de *u*niversele *t*elecommunicatie-*a*ansluiting. In dit toestel zal de beeldweergave-apparatuur een belangrijk element vormen van de uitrusting.

Een andere ontwikkeling mag men daarbij evenmin uit het oog verliezen. Ik wil hier de mogelijkheid noemen van de magnetische optekening van beeldsignalen op band. Het ziet er naar uit, dat voor beeldband de fase van de spoelen met losse banden zal worden overgeslagen en men hier direct op de beeldbandcassette zal overgaan. Bij de geluidsregistratie was deze ontwikkeling een tussenfase, voordat men op de zgn. *musicassette* terecht kwam. De komst van de *videocassette* zal het mogelijk maken om tele-encyclopedieën en geïllustreerde databanken in te richten, die aan de studerende kinderen de helpende hand bieden bij het voorbereiden van scripties over welk onderwerp dan ook. En dan is het slechts een enkele stap verder om zich in te denken, dat de openbare bibliotheken instituten zullen worden, waar men beeldbandcassettes uitleent, zowel in materiële zin, als ook in elektrische zin via het telecommunicatienet.

Denkt men voorts aan de mogelijkheden om favoriete toneelspelen, balletten, orkesten of films door een enkel handgebaar te doen verschijnen op het beeldscherm, dan nog is het toekomstbeeld onvolledig geschetst.

De krant, zullen we die nog op de mat of in de bus vinden bij onze thuiskomst? Zal zij op onze beeldbuis verschijnen, of zal zij in onze telecommunicatie-eenheid van lichtend beeld weer gematerialiseerd worden, om als 'telekrant' ter hand genomen te kunnen worden?

Dit brengt mij op het volgende punt. Evenals men in toenemende mate woningen vindt met meer dan één telefoontoestel, zo zullen op de telecommunicatie-eenheid van de toekomst verscheidene beeldschermen zijn aangesloten, om zodoende alle behoeften te dekken voor zowel het informatie- als het communicatieverkeer.

De ontwikkeling van de gasontladingsmatrix en de lichtvoortbrengende halfgeleiders zal dan zover zijn voortgeschreden, dat we onze beeldschermen aan de muur kunnen hangen, omdat hun afmetingen vergelijkbaar zullen zijn met die van een schilderij. Hoe vernuftig ook van beginsel en hoe nauwkeurig ook geconstrueerd, toch zal de schaduwmaskerbuis haar tijd hebben uitgediend en tot museumstuk zijn geworden.

Niet alleen de opname- en de weergavetechniek zullen veranderen, ook in de techniek der overdracht zal zich een wezenlijke verandering voltrekken. De nu nog alom toegepaste analoge technieken zullen in voortgaande mate terrein moeten prijsgeven aan de digitale technieken. Werd de analoge overdracht naar het leven gestaan door vervorming en ruis, de digitale overdracht zal zich tegenover deze vijanden geheel anders te weer stellen, kort gezegd de decibel zal het moeten afleggen tegen de nanoseconde.

Maar, hoe ook de technische ontwikkeling moge voortschrijden, steeds zal de mens het verre van nabij willen zien, zowel de wereld waarin hij leeft, als de toekomst waaraan hij bouwt, om al bouwende te leven en beschouwende te zien.

Korte technische berichten

Het NERG in de jaren 1960-1970

Op 29 mei 1970 was het 50 jaar geleden, dat het NERG werd opgericht. Dit feit werd herdacht tijdens de 211e werkvergadering van het Genootschap. In het eerste jaar van het bestaan telde het Genootschap 42 leden, omstreeks 1950 was dit aantal gegroeid tot ruim 200 leden, thans nadert dit aantal de 600.

De snelle ontwikkeling, die de elektronica in het achter ons liggende decennium doormaakte, heeft een grote invloed uitgeoefend op de activiteiten van het NERG tussen 1960 en 1970, die zich geleidelijk aan buiten het oorspronkelijke terrein van de radiotechniek uitbreidden tot andere gebieden der elektronica. De bredere basis werd tot uitdrukking gebracht in de naamsverandering van het Genootschap, in 1963, onder het voorzitterschap van wijlen ir. J. D. H. van der Toorn.

Reeds in het eerste jaar van het bestaan van het Genootschap werd overgegaan tot het uitgeven van een eigen tijdschrift. In het 40-jarig jubileumnummer van dit 'Tijdschrift van het NRG' werd een overzicht gepubliceerd van de gebeurtenissen en activiteiten in de jaren 1920-1960.

Tijdens het voorzitterschap van prof. ir. J. Piket (1964-1970) werd na overleg met de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs besloten, om over te gaan tot het gemeenschappelijk publiceren van wetenschappelijke en technische artikelen onder de titel 'Elektronica en Telecommunicatie', een publikatie die met ingang van 1968 12 maal per jaar ging verschijnen als onderdeel van het weekblad 'De Ingenieur', en die tevens aan de leden van het Genootschap wordt toegezonden.

De taak van voorzitter van het NERG werd in 1970 van prof. Piket overgenomen door prof. dr. ir. J. Davidse. Secretaris waren achtereenvolgens: prof. ir. B. van Dijl (1961-1964), ir. G. Rosier (1964-1965), ir. L. Krul (1966-1967) en ir. G. L. Reijns.

Op 27 juni 1968 overleed onverwachts de administrateur K. Tebbenhof, die zich vele jaren met bijzondere werkkracht aan het NERG had gewijd.

Van 1953 tot 1970 was ir. P. H. Boukema voorzitter van de examencommissie, die onder auspiciën van het NERG examens afneemt voor het diploma elektronica-monteur en elektronicatechnicus. Hij werd opgevolgd door ir. J. H. Geels. Het afnemen van deze examens is in de loop der jaren uitgegroeid tot een omvangrijke taak. Zo werden 733 candidaten geëxamineerd in 1970.

Tijdens de viering van het 50-jarig bestaan werd zowel aan het verleden als aan de toekomst aandacht geschonken. Moge het aan de komende besturen gegeven zijn, het NERG op succesvolle wijze te leiden ten bate van de wetenschappelijke beoefening der elektronica.

De secretaris, ir. G. L. Reijns.



Fig. 1. De receptie van het NERG-bestuur omstreeks 17.00 uur in restaurant 'Le Relais' in het Evoluon.

De viering van het 50-jarig jubileum van het NERG

Op de jubileumdag van het NERG verzamelden de 243 deelnemers, o.w. 84 dames, zich om 10.00 uur in het Philips Ontspannings Centrum. De voorzitter, prof. dr. ir. J. Davidse, opende de vergadering. Op zijn voorstel werd namens de aanwezigen een telegrafische groet gezonden aan prof. ir. L. H. M. Huydts en ir. M. Polak, de enige nog in leven zijnde leden vanaf de oprichting van het Genootschap; beiden waren helaas niet in de gelegenheid deze vergadering bij te wonen.

Na de introductie door de voorzitter werd door prof. dr. ir. B. D. H. Tellegen een terugblik gegeven op 50 jaar elektronica en radiowetenschap. In aansluiting hieraan hield dr. ir. K. Teer een beschouwing, waarin deze mogelijke toekomstige ontwikkelingen belichtte. Vervolgens vond de uitreiking plaats van de dr. ir. C. J. de Groot-plaquette aan dr. J. Haantjes. De ochtend werd afgesloten met een aperitief, waarna men zich aan tafel schaarde voor het nuttigen van een Brabantse koffiemaaltijd.

In de middag splitste zich het gezelschap in een groep, die het wetenschappelijk programma van lezingen ging volgen in het Philips Ontspannings Centrum en in een groep voor het damesprogramma. De dames hadden de keuze tussen een bezoek aan de weverij 'De Ploeg' te Bergeyk en de vestiging in Eindhoven van de N.V. De Bijenkorf. De weverij trok het bezoek van 45 dames en de Eindhovense Bijenkorf 26 dames.

Omstreeks 17.00 uur werd de dag afgesloten met een receptie, die het bestuur hield in het restaurant van het Evoluon. Na de receptie nam een groot aantal deelnemers deel aan een koud buffet, dat in hetzelfde restaurant was gearrangeerd.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: von Geusaustraat 151, Voorburg.

Ledenmutaties

Voorgestelde leden
Ir. E. Backer, Van Adrichemstraat 95, Delft.
Ir. D. E. Boekee, Sasboutstraat 130, Delft.
W. Meyers, Herenweg 24, Noordwijk-Binnen.

Nieuwe leden
Prof. ir. H. L. van Lommel, Segbroeklaan 546, Den Haag.

Nieuwe adressen van leden
Prof. ir. IJ. Boxma, Osylaan 19, Zoetermeer.
Ir. M. C. Ennen, Dennenlaan 17, Apeldoorn.
Ir. E. Kleihorst, Zeebruggestraat 11, Eindhoven.
Ir. W. F. Njio, Prinses Beatrixplantsoen 62, Bussum.
Ir. W. B. G. M. Oude Vrielink, Statenlaan 65, Rijen.
Ir. E. Scholten, Prins Frederiklaan 7, Wassenaar.
C. A. Smit, Boslaan 1, Zevenhuizen Z.H.
Ir. Th. J. de Vries, Generaal de Carislaan 2, Eindhoven.
Ir. P. van Wouwe, Boterweg 32, Vreeland.